



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2008년10월16일  
 (11) 등록번호 10-0863811  
 (24) 등록일자 2008년10월09일

(51) Int. Cl.  
*B60L 5/30* (2006.01) *B60L 5/24* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2006-0124847  
 (22) 출원일자 2006년12월08일  
 심사청구일자 2006년12월08일  
 (65) 공개번호 10-2008-0052985  
 (43) 공개일자 2008년06월12일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020050068376 A  
 KR1020020092130 A  
 한국철도학회 1999년도 추계학술대회논문집 ,  
 pp.310-317 , 1999

(73) 특허권자  
 한국철도기술연구원  
 경기도 의왕시 월암동 360-1  
 (72) 발명자  
 조용현  
 경기 안양시 동안구 갈산동 샘마을우방아파트  
 502-305  
 권삼영  
 대전 유성구 지족동 열매마을 705-303  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 김국진

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이용호

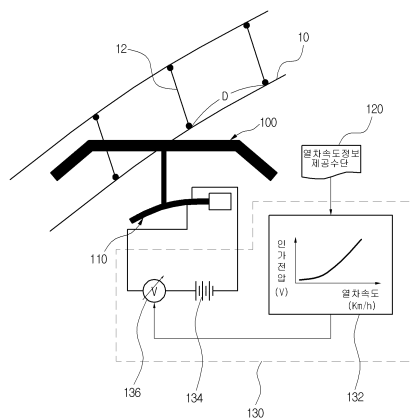
**(54) 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템 및 그 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 열차속도를 제어입력으로 사용하여 서스펜션을 액티브 제어하여 집전성능을 향상시키는 열차 집전장치의 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것으로; 열차속도 정보를 제공하는 열차속도정보 제공수단과, 상기 열차속도 정보 제공수단으로부터 입력된 열차속도 정보와 기설정된 드로퍼 간격 정보를 이용하여 인가전압을 연산하여 출력하는 제어수단과, 상기 제어수단에서 제어 출력되는 인가전압에 의해 인장력이 작용하는 압전체가 부착되어 가선으로부터 전력을 공급받는 팬더그래프 헤드를 액티브 제어하는 압전체 부착 판스프링으로 이루어진 것을 그 기본 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 집전장치의 액티브 제어를 위한 제어입력으로 측정이 용이한 열차속도를 이용하므로 접촉력 등을 제어입력으로 사용하는 기존의 액티브 제어에 비하여 측정비용의 절감 효과가 있고, 액츄에이터로 경량의 압전체를 사용하므로 중량의 액츄에이터 설치로 인한 집전성능의 악화를 막을 수 있고, 판스프링에 부착된 압전체가 파손되더라도 판스프링이 동작하므로 액츄에이터의 고장이 발생하더라도 열차 운행에 지장이 없는 장점을 가지고 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**이기원**

서울 서초구 잠원동 신반포한신 19차 아파트  
331-805

**박영**

서울 관악구 봉천동 벽산아파트 104-1109

**김형철**

경기 성남시 분당구 금곡동 두산위브아파트  
309-1201

**박현준**

서울 강남구 개포1동 경남아파트 6-105

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

열차속도 정보를 제공하는 열차속도정보 제공수단과;

상기 열차속도정보 제공수단으로부터 입력된 열차속도 정보와 기설정된 드로퍼 간격 정보를 이용하여 인가전압을 연산하여 출력하는 제어수단과;

상기 제어수단에서 제어 출력되는 인가전압에 의해 인장력이 작용하는 압전체가 부착되어 가선으로부터 전력을 공급받는 팬터그래프 헤드를 액티브 제어하는 압전체 부착 판스프링;으로 이루어진 것을 특징으로 하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 열차속도정보 제공수단은 속도감지센서 또는 열차의 속도를 제어하는 차상제어장치 중에 어느 하나인 것을 특징으로 하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템.

**청구항 3**

제 1항에 있어서, 상기 제어수단은;

상기 열차속도정보 제공수단으로부터 열차속도 정보를 입력받아 기설정된 제어 스케줄에 따라 판스프링에 부착된 압전체의 인가전압을 조절하는 압전체 인가전압 제어부와,

상기 압전체의 제어에 필요한 전원을 공급하는 제어전원 공급부와,

상기 압전체 인가전압 제어부의 제어신호에 따라 상기 제어전원 공급부의 인가전압을 조정하는 인가전압조정부로 이루어지는 것을 특징으로 하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템.

**청구항 4**

제 1항에 있어서,

상기 압전체 부착 판스프링은 팬터그래프 헤드를 지지하는 판스프링의 표면에 상기 제어수단으로부터 인가전압이 투입되면 상기 판스프링의 인장력을 변화시키기 위한 압전체가 부착된 것을 특징으로 하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템.

**청구항 5**

열차 집전장치의 추종특성을 제어하는 제어수단이 열차속도정보 제공수단으로부터 열차속도 정보를 수신받는 단계;

상기 열차속도(V) 정보를 수신받은 제어수단이 기설정된 드로퍼 간격(D)정보를 이용하여 집전장치의 팬터그래프 헤드에 구비되는 압전체 부착 판스프링에 가해야하는 인가전압을 산출하는 단계; 및

상기 인가전압(volt)이 상기 압전체에 인가되면 상기 판스프링에 인장력이 작용하여 상기 판스프링의 고유 진동수가 변화됨에 따라 상기 집전장치의 추종특성이 조절되는 단계;로 이루어진 것을 특징으로 하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 방법.

**청구항 6**

제 5항에 있어서,

상기 열차속도정보 제공수단은 속도감지센서 또는 열차의 속도를 제어하는 차상제어장치 중에 어느 하나인 것을 특징으로 하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <12> 본 발명은 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 열차 속도를 제어입력으로 사용하여 서스펜션을 액티브 제어하여 집전성능을 향상시키는 열차 집전장치의 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.
- <13> 일반적으로 전기철도 차량에 전력을 공급하는 집전장치의 성능은 주로 펜터그래프 헤드의 서스펜션 특성에 의하여 결정되는데, 기존선과 고속선을 모두 주행하는 열차와 같이 다양한 속도로 운행하는 열차의 경우에는 항상 전차선 추종특성을 확보할 수 있도록 집전장치의 서스펜션을 액티브 제어하는 것이 필요하다.
- <14> 한편, 열차의 집전장치인 펜터그래프가 추종해야 할 가진(加振)으로 드로퍼 통과 가진이 있다. 이는 전차선로에서 전력을 공급하기 위한 가선을 지지하는 드로퍼의 설치간격이 일정하며, 열차속도를 알면 드로퍼를 통과시에 발생하는 드로퍼 통과 가진주파수를 알 수 있다.
- <15> 이때, 집전장치의 성능은 드로퍼 통과 가진주파수에서의 추종진폭으로 나타낼 수 있는데, 열차의 속도가 증가하면 드로퍼 통과 가진주파수 역시 증가하게 된다.
- <16> 따라서, 추종진폭의 피크가 발생하는 주파수를 조정하여 변화하는 드로퍼 통과 가진주파수와 일치시킬 수 있다면 최적의 집전성능을 얻을 수 있게 된다.
- <17> 그런데, 종래 대부분의 집전장치는 패시브(passive) 방식의 서스펜션 제어를 하고 있으며, 일부 집전장치는 가선의 활선상태에서 접촉력을 측정하고 이를 제어입력으로 사용하여 액츄에이터를 구동하는 액티브(active) 제어 방식을 사용하고 있다.
- <18> 상기 패시브(passive) 제어 방식을 사용하는 집전장치에서는 가장 주행빈도가 높은 속도에서 최적의 전차선 추종특성을 갖도록 서스펜션의 특성을 정하게 되는데, 이러한 서스펜션의 패시브 제어로는 특정 속도에서 주로 주행하는 경우에는 집전성능 확보에 문제가 없으나 기존선과 고속선을 모두 운행하는 열차와 같이 넓은 범위의 속도로 운행하는 열차의 경우에는 패시브 제어만으로는 집전성능 확보에 애로가 많다.
- <19> 따라서, 이러한 문제점을 해결하고자 다양한 속도로 열차가 주행하는 경우에는 항상 전차선 추종특성을 확보할 수 있도록 서스펜션을 액티브 제어하는 것이 필요하다.
- <20> 물론, 상기 종래의 액티브 제어 집전장치에서는 열차 운행 중에 활선상태의 집전장치에 작용하는 접촉력 및 가속도 등을 측정하여 제어입력으로 사용하기는 하나 액티브제어를 위한 제어입력을 확보하기 위한 비용이 많이 소요되는 단점이 있다.
- <21> 또한, 고주파 추종특성을 개선하기 위한 경우에는 액츄에이터의 무게가 가벼워야 하는데, 만약 액츄에이터의 무게가 크다면 액티브 제어에 의한 성능 개선보다 액츄에이터의 무게로 인한 성능악화가 더 크며, 액츄에이터가 과손되는 경우 집전장치의 추종성능 상실로 인해 열차의 운행에 지장을 초래하는 문제점도 가지고 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <22> 따라서, 이러한 종래 집전장치의 제반 문제점들을 해결하기 위한 본 발명은 집전성능의 향상을 위한 추종 제어를 위해 필요한 제어입력으로 운행중인 열차의 속도를 이용하여 집전장치의 서스펜션을 액티브 제어하는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템 및 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- <23> 또한, 본 발명은 서스펜션을 액티브 제어시에 경량의 액츄에이터를 사용함으로써 미세제어가 가능하고 그와 같은 액츄에이터가 과손되더라도 열차 운행에 지장이 없는 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템을 제공하는 데 다른 목적이 있다.

**발명의 구성 및 작용**

- <24> 이와 같은 본 발명은 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템에 관한 것으로; 열차속도 정보를 제공하는 열차속도정보 제공수단과, 상기 열차속도정보 제공수단으로부터 입력된 열차속도 정보와 기설정된 드로퍼 간격 정보를 이용하여 인가전압을 연산하여 출력하는 제어수단과, 상기 제어수단에서 제어 출력되는 인가전압에 의해

인장력이 작용하는 압전체가 부착되어 가선으로부터 전력을 공급받는 팬터그래프 헤드를 액티브 제어하는 압전체 부착 판스프링으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

- <25> 여기서, 상기 열차속도정보 제공수단은 속도감지센서 또는 열차의 속도를 제어하는 차상제어장치 중에 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- <26> 그리고, 상기 제어수단은, 상기 열차속도정보 제공수단으로부터 열차속도 정보를 입력받아 기설정된 제어 스케줄에 따라 판스프링에 부착된 압전체의 인가전압을 조절하는 압전체 인가전압 제어부와, 상기 압전체의 제어에 필요한 전원을 공급하는 제어전원 공급부와, 상기 압전체 인가전압 제어부의 제어신호에 따라 상기 제어전원 공급부의 인가전압을 조정하는 인가전압조정부로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <27> 한편, 상기 압전체 부착 판스프링은 팬터그래프 헤드를 지지하는 판스프링의 표면에 상기 제어수단으로부터 인가전압이 투입되면 상기 판스프링의 인장력을 변화시키기 위한 압전체가 부착된 것을 특징으로 한다.
- <28> 또한, 본 발명은 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 방법에 관한 것으로; 열차 집전장치의 추종특성을 제어하는 제어수단이 열차속도정보 제공수단으로부터 열차속도 정보를 수신받는 단계, 상기 열차속도(V) 정보를 수신받은 제어수단이 기설정된 드로퍼 간격(D)정보를 이용하여 집전장치의 팬터그래프 헤드에 구비되는 압전체 부착 판스프링에 가해하여야 하는 인가전압을 산출하는 단계, 및 상기 인가전압(volt)이 상기 압전체에 인가되면 상기 판스프링에 인장력이 작용하여 상기 판스프링의 고유 진동수가 변화됨에 따라 상기 집전장치의 추종특성이 조절되는 단계로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <29> 그리고, 상기 열차속도정보 제공수단은 속도감지센서 또는 열차의 속도를 제어하는 차상제어장치 중에 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- <30> 이하, 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템 및 그 방법을 첨부한 도면을 참고로 하여 상세히 기술되는 실시예에 의하여 그 특징들을 이해할 수 있을 것이다.
- <31> 이때, 도 1은 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템의 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 압전체 부착 판스프링의 단면을 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명에 따른 열차 집전장치의 열차속도 대비 인가전압 제어 스케줄에 따른 추종 특성을 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 흐름도이다.
- <32> 먼저, 본 발명은 판스프링에 부착된 압전체에 전압을 인가하면 판스프링에 인장력이 작용하여 판스프링의 고유 진동수가 올라가서 추종진폭의 피크가 발생하는 주파수를 상향 조정할 수 있는 원리를 이용한다.
- <33> 도 1 및 도 2를 참고하면, 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템은 운전되는 열차속도와, 전차선로에서 전력을 공급하기 위한 가선(10)을 지지하되 일정 간격을 유지하며 설치되어 행거 역할을 하는 드로퍼(12)의 설치간격을 이용하여 집전장치의 추종특성을 액티브 제어하는 시스템으로, 팬터그래프 헤드(100)의 판스프링(112)에 부착된 압전체(114)에 전압을 인가하면 판스프링(112)에 인장력이 작용하여 판스프링(112)의 고유진동수가 올라가서 추종진폭의 피크가 발생하는 주파수를 상향 조정할 수 있는 원리를 이용한다.
- <34> 좀 더 상세하게는 전차선로에서 전력을 공급하기 위한 가선(10)을 지지하는 드로퍼(12)의 설치간격이 일정하므로, 열차속도를 알면 드로퍼(12)를 통과하는 경우 발생하는 드로퍼 통과 가진 주파수를 구할 수 있게 된다.
- <35> 따라서, 열차속도에 따라서 변화되는 드로퍼 통과 가진 주파수에서 집전장치의 추종곡선이 피크(peak)치를 갖도록 열차속도에 따라 압전체(114)에 투입되는 인가전압(volt)을 조절할 수 있게 되는데, 이는 미리 제어 스케줄을 정할 수 있게 된다.
- <36> 한편, 열차속도 정보가 입력되면 열차속도 대 압전체 인가전압 제어 스케줄에 따라서 판스프링(112)에 부착된 압전체(114)에 전압을 인가하여 양호한 집전장치의 추종특성을 확보할 수 있게 된다.
- <37> 이와 같이 열차속도별로 집전장치의 추종특성을 최고로 하기 위한 압전체(114)의 인가전압(voltage)을 아래의 식들을 이용하여 열차속도 대 압전체 인가전압(voltage) 제어 스케줄을 작성한다.
- <38> 먼저, 팬터그래프 헤드(100)의 서스펜션을 패시브(passive) 제어할 열차속도와, 액티브(active) 제어할 최고 열차속도를 정한다. 이때, 상기 집전장치는 도 3에 도시한 바와 같이 추종진폭이 주파수별로 변화되며, 그 드로퍼 통과 가진 주파수에서 추종 특성곡선의 피크가 발생하도록 하기 위한 팬터그래프 헤드 스프링상수는 다음과 같은 식(1)에 의해 계산된다.

<39> 
$$f(\text{가진주파수}) = \frac{V(\text{열차속도})}{L(\text{드로퍼간격})} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} k_1 \quad \text{---(1)}$$

<40> 여기에서  $k_1$ 은 팬터그래프 헤드(100)의 스프링상수(N/m)이고,  $m_1$ 은 팬터그래프 헤드(100)의 집전판의 질량(kg)이고,  $m_2$ 는 집전판 하부의 질량(kg)이고,  $V$ 는 운행되는 열차속도(m/s)이며,  $L$ 은 드로퍼의 설치 간격(m)이다.

<41> 이와 같은 식(1)은 다음과 같은 식(2)로 정리하여 팬터그래프 헤드(100)의 스프링상수( $k_1$ )를 구할 수 있게 된다.

<42> 
$$k_1 = \frac{4\pi^2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} \left(\frac{V}{L}\right)^2 \quad \text{----- (2)}$$

<43> 한편, 상기 식(2)를 통해 얻어진 팬터그래프 헤드(100)의 스프링 상수( $k_1$ )값을 이용하면, 원하는 강성을 얻기 위하여 판스프링(112)에 가해야 하는 인장력을 다음의 식(3)을 통해 계산할 수 있게 된다.

<44> 
$$k_1 = \frac{\left(\frac{P}{EI}\right)^{0.5} P}{\left(\frac{C_2 C_3}{C_1} - C_4\right)} \quad \text{-----(3)}$$

<45> 여기서,  $k_1$ 은 팬터그래프 헤드(100)의 스프링상수(N/m)이고,  $P$ 는 판스프링(112)의 인장력(N)이고,  $EI$ 는 판스프링(112)의 굽힘강성(N/m<sup>2</sup>)이고,  $h$ 는 판스프링(112)의 길이(m)이며, 상기  $C_1$  내지  $C_4$ 는 치환된 변수로서,  $C_1 = \cosh(\sqrt{P/EI} * h)$  이고,  $C_2 = \sinh(\sqrt{P/EI} * h)$  이고,  $C_3 = \cosh(\sqrt{P/EI} * h) - 1$  이고,  $C_4 = \sinh(\sqrt{P/EI} * h) - \sqrt{P/EI} * h$  이다.

<46> 상기 식(3)을 통해 판스프링(112)에 가해야 하는 인장력( $P$ )을 구하면, 판스프링(112)의 표면에 부착된 압전체(114)에 인가해야 할 인가전압은 다음과 같은 식(4)을 사용하여 계산할 수 있다.

<47> 
$$P = dE \quad \text{----- (4)}$$

<48> 여기서,  $P$ 는 판스프링(112)의 인장력(N)이고,  $d$ 는 압전체 인장 관련 물성이며,  $E$ 는 압전체(114)에 인가되는 인가전압(volt)이다.

<49> 이상과 같이 상기 식(2) 내지 식(4)를 이용하면 열차가 운행할 전 범위의 열차속도( $V$ )별 압전체 인가 전압( $E$ )의 관계를 얻을 수 있고, 이와 같이 계산된 열차속도( $V$ ) 대 압전체 인가전압( $E$ )의 제어 스케줄을 기초로 제어입력인 열차속도에 따라서 압전체 전압을 인가하여 추종특성을 개선할 수 있게 된다.

<50> 이와 같은 열차속도( $V$ ) 대 압전체 인가전압( $E$ )의 제어 스케줄에 따른 추종특성은 도 3에 도시한 바와 같다. 즉, 열차속도에 따라 압전체(114) 인가전압은 비례하여 증가하게 되고, 압전체(114) 인가전압의 증가에 따라 좌측에서 우측으로 피크 주파수가 증가함을 알 수 있다.

<51> 이와 같은 제어 스케줄을 이용하여 집전장치의 추종특성을 개선하기 위해서는 도 1에 도시한 바와 같은 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템을 이용하게 된다.

<52> 이에 의하면 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템은 열차속도 정보를 제공하는 열차속도정보 제공수단(120)과, 그 열차속도정보 제공수단(120)으로부터 입력된 열차속도 정보와 기설정된 드로퍼 간격 정보를 이용하여 연산된 제어 스케줄에 따라 전압을 출력하는 제어수단(130)과, 상기 제어수단(130)에서 제어 출력되는 인가전압에 의해 인장력이 작용하는 압전체(114)가 부착되어 가선(10)으로부터 전력을 공급받는 팬터그래프 헤드(100)를 액티브 제어하는 압전체 부착 판스프링(110)으로 이루어진다.

<53> 상기 제어수단(130)은 열차속도정보 제공수단(120)을 통해 열차속도 정보를 입력받아 기설정된 제어 스케줄에 따라 판스프링(112)에 부착된 압전체(114)의 인가전압을 조절하는 압전체 인가전압 제어부(132)와, 상기 압전체(114)의 제어에 필요한 전원을 공급하는 제어전원 공급부(134)와, 상기 압전체 인가전압 제어부(132)의 제어신호에 따라 상기 제어전원 공급부(134)의 인가전압을 조정하는 인가전압조정부(136)로 이루어진다.

- <54> 이때, 상기 압전체 인가전압 제어부(132)는 제어 스케줄이 저장되는 메모리(미도시됨)를 가지고 있어 열차속도 정보 제공수단(120)으로부터 실시간으로 열차속도 정보가 입력되면 비교연산과정을 거쳐 압전체 인가전압을 제어하기 위한 제어신호를 출력한다.
- <55> 한편, 상기 압전체 부착 판스프링(110)은 도 3을 참고하면 열차가 운행되는 경우 드로퍼 통과 가진 주파수의 변화에 맞추어 팬터그래프 헤드(100)를 지지하는 판스프링(112)의 인장력을 변화시켜서 집전장치인 팬터그래프가 열차 주행 중 항시 양호한 추종 특성을 갖도록 하기 위해 판스프링(112)의 표면(表面)에 압전체(114)를 부착하여서 이루어진다.
- <56> 그리고, 상기 열차속도정보 제공수단(120)은 일반적으로 열차에 설치되는 속도감지센서 또는 그 속도감지센서에 의해 측정된 열차속도 정보를 가지고 열차의 견인력 및 제동력을 제어하는 차상제어장치 중에 어느 하나로 이루어져, 그와 같은 속도감지센서 또는 차상제어장치의 정보를 제어수단(130)에 전송해주어 제어 스케줄에 따라 압전체(114)의 인가전압(volt)을 조정하여 판스프링(112)의 인장력을 조절할 수 있도록 한다.
- <57> 이하, 도 1 내지 도 4를 참고로 본 발명에 따른 열차 집전장치의 액티브 제어 과정을 설명한다.
- <58> 본 발명에 의한 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 방법은, 열차 집전장치의 추종특성을 제어하는 제어수단(130)이 열차속도정보 제공수(120)단으로부터 열차속도 정보를 수신받는 단계, 상기 열차속도(V) 정보를 수신받은 제어수단(130)이 기설정된 드로퍼 간격(D)정보를 이용하여 집전장치의 팬터그래프 헤드(100)에 구비되는 압전체 부착 판스프링(110)에 가해야 하는 인가전압을 산출하는 단계, 및 상기 인가전압(volt)이 상기 압전체에 인가되면 상기 판스프링(110)에 인장력이 작용하여 상기 판스프링(110)의 고유 진동수가 변화됨에 따라 상기 집전장치의 추종특성이 조절되는 단계로 이루어지는 데 열차 집전장치의 액티브 제어 과정을 구체적으로 설명하면,
- <59> 먼저, 차량의 속도별 인가전압 제어 스케줄을 작성하여 제어수단(130)의 메모리에 기저장하게 된다. 즉, 차량의 속도정보와 드로퍼(12) 간격정보 및 이들 정보를 이용하여 팬터그래프 헤드(100)의 스프링 상수(k)값을 연산하고, 그 값들을 이용하여 판스프링(112)에 가해야 하는 인장력을 계산하고, 그 인장력을 이용하여 압전체(114)에 가해야 하는 인가전압을 계산하는 일련의 제어 스케줄을 미리 메모리에 확보하게 된다.(S200)
- <60> 상기 단계(S200)를 통해 제어 스케줄이 설정된 상태에서 상기 제어수단(130)은 열차속도정보 제공수단(120)으로부터 열차속도 정보를 수신받게 된다. 이때, 상기 열차속도정보 제공수단(120)인 속도감지센서 또는 차상제어장치로부터 열차속도 정보를 실시간으로 전송받게 된다.(S210)
- <61> 상기 단계(S210)를 통해 열차속도(V) 정보를 전송받은 제어수단(130)은 압전체 인가전압 제어부(132)의 메모리에 기저장된 드로퍼 간격(D)정보를 이용하여 제어 스케줄에 따라 압전체(114)에 인가하기 위한 인가전압(volt)을 산출하게 된다.(S220)
- <62> 상기 단계(S220)를 통해 인가전압(volt)을 산출한 제어수단(130)의 압전체 인가전압 제어부(132)는 그에 따른 제어신호를 인가전압조정부(136)에 투입하여 압전체(114)의 제어에 필요한 전원을 공급하는 제어전원 공급부(134)에서 출력되는 인가전압을 제어하여 압전체(114)에 가하게 된다. 이와 같은 압전체 인가전압에 따라 압전체 부착 판스프링(110)은 그 인장력이 변화되면서 집전장치인 팬터그래프가 열차 주행 중 항시 양호한 추종 특성을 갖게 된다.(S230)
- <63> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 본 발명의 권리범위는 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 실시예와 실질적으로 균등한 범위에 있는 것까지 본 발명의 권리범위가 미치는 것으로 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것이다.

**발명의 효과**

- <64> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 집전장치의 액티브 제어를 위한 제어입력으로 측정이 용이한 열차속도(V)를 이용하므로 접촉력 등을 제어입력으로 사용하는 기존의 액티브 제어에 비하여 측정비용의 절감 효과가 있다.
- <65> 또한, 액츄에이터로 경량의 압전체를 사용하므로 중량의 액츄에이터 설치로 인한 집전성능의 악화를 막을 수 있고, 판스프링에 부착된 압전체가 파손되더라도 판스프링이 동작하므로 액츄에이터의 고장이 발생하더라도 열차의 운행에 지장이 없는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

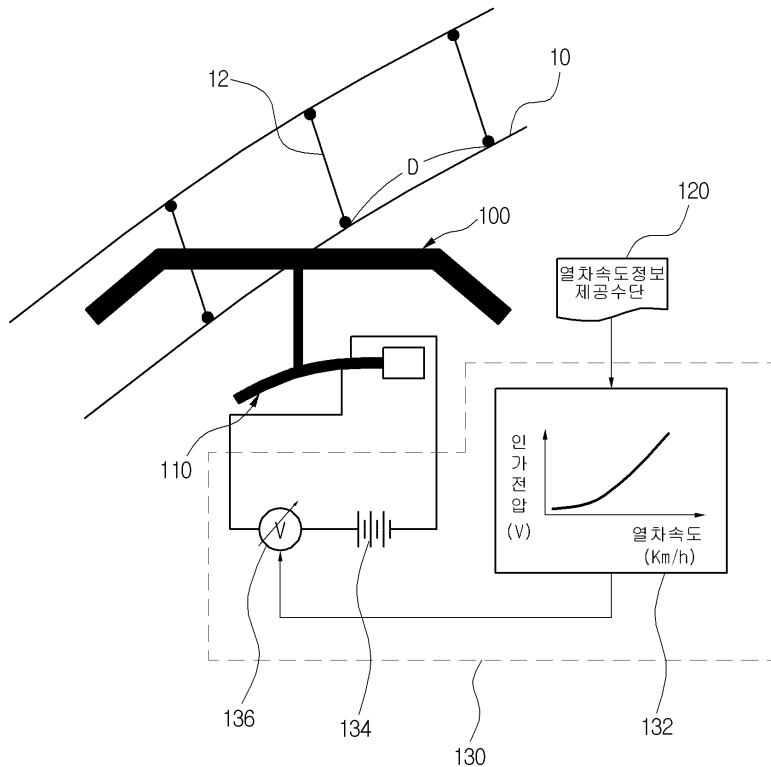
- <1> 도 1은 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 시스템의 구성도이고,
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 압전체 부착 판스프링의 단면을 도시한 도면이고,
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 열차 집전장치의 열차속도 대비 인가전압 제어 스케줄에 따른 추종 특성을 도시한 도면이고,
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 열차 집전장치의 추종특성 액티브 제어 흐름도이다.

<5> \*\*\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*\*\*

- <6> 10: 가선                                        12: 드로퍼
- <7> 100: 팬터그래프 헤드                     110: 압전체 부착 판스프링
- <8> 112: 판스프링                                114: 압전체
- <9> 120: 열차속도정보 제공수단             130: 제어수단
- <10> 132: 압전체 인가전압 제어부           134: 제어전원 공급부
- <11> 136: 인가전압조정부

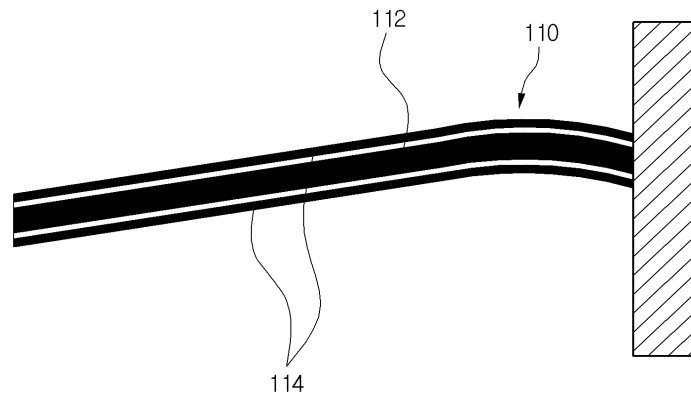
**도면**

**도면1**

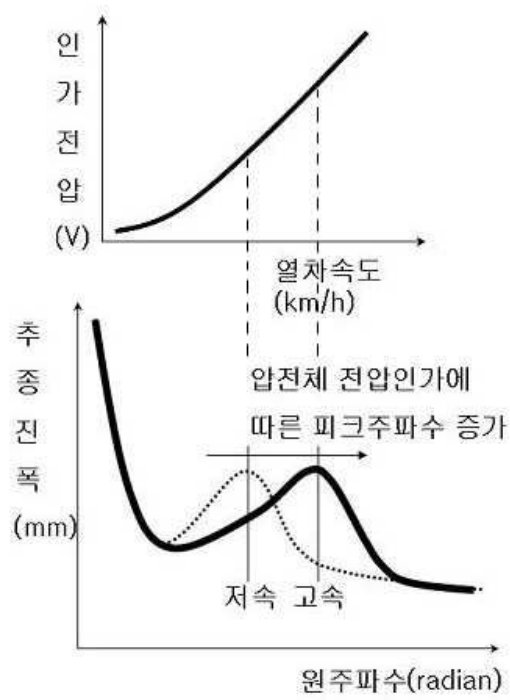




도면2



도면3



도면4

