



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

(45) 공고일자 2013년12월27일  
 (11) 등록번호 10-1345582  
 (24) 등록일자 2013년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01B 21/20 (2006.01) B61K 9/08 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0128438  
 (22) 출원일자 2012년11월13일  
 심사청구일자 2012년11월13일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP06211132 A  
 JP2005204462 A  
 JP11160005 A  
 JP2011158372 A

(73) 특허권자  
 한국철도기술연구원  
 경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)  
 (72) 발명자  
 허현무  
 경기도 안양시 동안구 갈산동 샘마을우방아파트  
 508-1105  
 김남포  
 경기도 수원시 영통구 웰빙타운로 20, 8306동 50  
 3호 (이의동, 호반가든하임)  
 유원희  
 서울특별시 송파구 신천동 17 파크리오아파트  
 116-3201  
 (74) 대리인  
 김국진

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김홍래

(54) 발명의 명칭 **좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법**

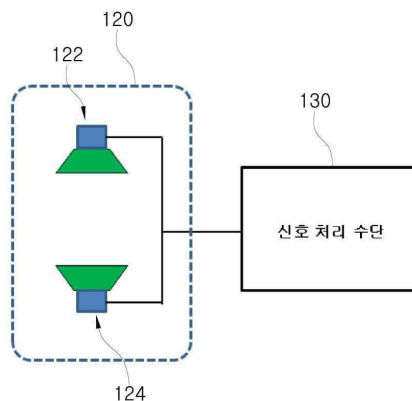
**(57) 요약**

본 발명은 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법에 관한 것으로;

차륜회전수 측정수단을 통해 철도차량의 외륜 및 내륜 측정차륜의 회전수를 측정하는 차륜회전수 측정 단계; 및 상기 차륜회전수 측정수단에서 측정된 회전수를 곡률반경 추정식에 대입하여 곡률(curvature)을 추정하는 곡률반경 추정단계;로 구성되는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 철도차량의 외륜 및 내륜 측정차륜의 회전수를 측정가능해 곡선구간 주행 시 곡선의 특성을 실시간으로 측정하여 철도차량의 주행성능을 향상시키기 위한 능동형 철도차량 분야에 곡선 감지 및 곡률반경 추정방법으로 효율적으로 활용될 수 있다.

**대표도 - 도1**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10035365

부처명 지식경제부

연구사업명 산업원천기술개발사업

연구과제명 철도차량 능동형 현가시스템 기반기술 및 성능시험 기술개발

기여율 1/1

주관기관 한국철도기술연구원

연구기간 2012.04.01 ~ 2013.03.30

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

차륜회전수 측정수단을 통해 철도차량의 외륜 및 내륜 측정차륜의 회전수를 측정하는 차륜회전수 측정 단계; 및 상기 차륜회전수 측정수단에서 측정된 회전수를 곡률반경 추정식에 대입하여 곡률(curvature)을 추정하는 곡률반경 추정단계;로 구성되는 것을 특징으로 하는 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 차륜회전수 측정수단은 철도차량의 외륜 및 내륜 측정차륜의 회전수를 실시간으로 측정하는 외륜측 및 내륜측 엔코더로 이루어지는 것을 특징으로 하는 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 외륜 및 내륜 측정차륜의 차륜담면은 구배가 없는 구조인 것을 특징으로 하는 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 곡률반경 추정단계의 곡률(curvature) 추정은,

$$R = \frac{G(\Delta f_o + \Delta f_i)}{2(\Delta f_o - \Delta f_i)} \quad (\text{m})$$

에 의해 추정되는 것을 특징으로 하는 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법.

(이때, R : 곡선부 곡률반경,  $\Delta f_o$ : 일정 시간 동안의 외륜 차륜의 회전수,  $\Delta f_i$  : 일정 시간 동안의 내륜 차륜의 회전수)

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 차륜회전수 측정수단의 외륜측 및 내륜측 엔코더를 통해 실시간으로 측정되는 철도차량의 외륜 및 내륜 측정차륜의 회전수는 신호처리수단으로 입력되며, 상기 신호처리수단은 상기 회전수를 곡률반경 추정식에 대입하여 곡률(curvature)을 추정하는 것을 특징으로 하는 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법.

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는 철도차량 곡선구간 주행 시 각각 독립적으로 회전하는 외륜 및 내륜 차륜의 회전수를 실시간으로 측정하여 곡선구간의

[0001]



의 회전수)

[0018] 또한, 상기 차륜회전수 측정수단의 외궤측 및 내궤측 엔코더를 통해 실시간으로 측정되는 철도차량의 외궤 및 내궤 측정차륜의 회전수는 신호처리수단으로 입력되며, 상기 신호처리수단은 상기 회전수를 곡률반경 추정식에 대입하여 곡률(curvature)을 추정하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0019] 본 발명에 따르면, 철도차량의 외궤 및 내궤 측정차륜의 회전수를 측정가능해 곡선구간 주행 시 곡선의 특성을 실시간으로 측정하여 철도차량의 주행성능을 향상시키기 위한 능동형 철도차량 분야에 곡선 감지 및 곡률반경 추정방법으로 효율적으로 활용될 수 있다.

[0020] 특히, 차량에 장착된 GPS를 이용하여 현 위치를 파악하고 곡선표에 의해 곡선정보를 파악하는 방법을 활용하거나 혹은 연변에 설치된 곡선 정보 제공 센서에 의하여 곡선에 대한 곡률정보를 인지하여 차량 제어에 활용하는 기존의 방법은 관련 장치 및 인프라를 추가적으로 설치하고 보정을 위한 다수의 시험을 필요로 하는 등의 비용 및 번거로움이 수반되지만, 본 발명은 철도차량의 주행 중 실시간으로 곡선에 대한 정보를 추정할 수 있으므로 경제성 측면에서 장점이 있다.

[0021] 따라서, 본 발명은 기존의 복잡한 구성에 비해 간단한 곡률 추정이 가능해 독자적으로 활용하거나 기존의 곡률 정보 추정 방법과 혼용하여 곡률 추정에 대한 신뢰성을 확보할 수 있어 다양한 방식으로 유용하게 활용할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정을 위한 시스템 구성도이다.
- 도 2는 철도차량의 곡선구간 주행시의 모습을 개략적으로 나타낸 평면도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정을 위한 차륜의 형상을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 철도차량이 곡률반경 300m인 곡선구간을 주행시 발생하는 내·외궤 측정차륜의 회전수를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 철도차량이 곡률반경 300m인 곡선구간을 주행시 발생하는 내·외궤 측정차륜의 회전수를 곡률(curvature) 추정식에 적용하여 곡률을 산출한 결과를 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정방법을 첨부한 도면을 참고로 하여 이하 상세히 기술되는 실시 예에 의하여 그 특징을 이해할 수 있을 것이다.
- [0024] 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0025] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정을 위한 시스템 구성도이고, 도 2는 철도차량의 곡선구간 주행시의 모습을 개략적으로 나타낸 평면도이고, 도 3은 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정을 위한 차륜의 형상을 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 철도차량이 곡률반경 300m인 곡선구간을 주행시 발생하는 내·외궤 측정차륜의 회전수를 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 철도차량이 곡률반경 300m인 곡선구간을 주행시 발생하는 내·외궤 측정차륜의 회전수를 곡률

(curvature) 추정식에 적용하여 곡률을 산출한 결과를 나타낸 도면이다.

- [0027] 도 1 내지 도 3을 참고하면, 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정은 급곡선 주행 시 발생하는 철도차량의 차륜 마모, 소음 등의 문제를 해결하기 위해 능동형 철도차량 개발 분야에 데이터로 활용하기 위함이며, 곡선부의 시종점 위치나 곡률반경과 같은 정보를 차량 주행 중 실시간으로 인지한다.
- [0028] 이때, 철도차량이 곡선구간 주행 시 곡률반경을 실시간으로 추정(estimate)하기 위해 철도차량이 곡선구간(1) 주행 시 각기 독립적으로 회전하는 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수를 실시간으로 측정하여 곡선구간(1)의 곡률반경을 추정한다.
- [0029] 이와 같이 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정을 위한 시스템은 철도차량의 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수를 실시간으로 측정하는 외궤측 및 내궤측 엔코더(122,124)로 이루어지는 차륜회전수 측정수단(120)과, 상기 외궤측 및 내궤측 엔코더(122,124)에서 실시간으로 측정된 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수 측정값을 이용하여 곡률반경을 추정식에 대입하여 curvature를 추정하는 신호처리수단(130)으로 구성된다.
- [0030] 이때, 철도차량의 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)은 철도차량의 하부에 위치하는 대차의 좌우측에 위치하며, 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 반경이 일정하고 각기 독립적으로 회전하도록 설치된다.
- [0031] 이와 같은 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)은 대차의 좌우측에 각기 설치되는 차륜으로 곡선구간(1)이 상대적으로 어느 방향으로 향하는지에 따라 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)이 달라질 수 있음은 당연하다.
- [0032] 예를 들어 도 2에 도시된 바와 같이 철도차량이 곡선구간(1)을 반시계 방향으로 주행하는 경우에는 대차의 우측에 위치하는 차륜이 외궤 측정차륜이 되고 대차의 좌측에 위치하는 차륜이 내궤 측정차륜이 된다. 물론 철도차량이 곡선구간(1)을 시계 방향으로 주행하는 경우에는 대차의 좌측에 위치하는 차륜이 외궤 측정차륜이 되고 대차의 우측에 위치하는 차륜이 내궤 측정차륜이 된다.
- [0033] 즉, 철도차량의 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)은 직선 구간에서는 대차의 좌우측에 각기 구비되는 것으로 철도차량의 주행방향 등에 따라 상대적으로 정해지는 것이다.
- [0034] 특히, 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)이 직선구간 주행시에는 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수는 동일하지만, 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)이 곡선구간 주행시에는 외궤 측정차륜(100)의 회전수가 외궤 측정차륜(110)의 회전수에 비해 상대적으로 많아지게 되므로 신호처리수단(130)에서는 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수 비교를 통해 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)을 실시간으로 비교 판단할 수 있다.
- [0035] 이하, 도 1 내지 도 3을 참고로 본 발명에 따른 좌우차륜의 회전수를 이용한 곡선구간 곡률반경 추정 과정을 상세히 설명한다.
- [0036] 이때, 철도차량이 곡선구간 주행 시 각 각 독립적으로 회전하는 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수를 실시간으로 측정하여 곡선구간(1)의 곡률반경을 추정하는 경우를 설명하며, 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)은 회전수를 통해 정해질 수 있음은 당연하다.
- [0037] 또한, 도 2에 도시된 바와 같이 곡선구간(1)의 레일인 외궤(10) 및 내궤(20)를 따라 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)이 독립적으로 주행하고 차륜과 레일 간에는 종방향으로 미끄러짐이 없는 이상적인 구름주행을 하고 있다고 가정한다.
- [0038] 먼저, 일정시간 간격( $\Delta t$ ) 동안에 곡선구간(1)의 외궤(호  $\widehat{CD}$ )와 내궤(호  $\widehat{AB}$ )를 따라 주행하는 외궤와 내궤 측정차륜(100,110)의 이동거리를 각각 ' $\Delta l_0$ '와 ' $\Delta l_1$ '라 하면 다음 식과 같다.

[0039]  $\Delta l_o = 2\pi(R + G/2) \times \psi / 360$  ..... (1)

[0040]  $\Delta l_i = 2\pi(R - G/2) \times \psi / 360$  ..... (2)

[0041] 여기서, 'R'은 곡선구간의 곡률반경(m)이고, 'G'는 궤간(m)이고, ' $\psi$ '는 시간( $\Delta t$ ) 동안 이동한 곡선구간의 각도( $^\circ$ )이고, ' $\Delta l_o$ '는 시간( $\Delta t$ ) 동안 이동한 외궤(호 $\widehat{CD}$ ) 거리(m)이며, ' $\Delta l_i$ '는 시간( $\Delta t$ ) 동안 이동한 내궤(호 $\widehat{AB}$ ) 거리(m)이다.

[0042] 한편, 일반 철도차량용 차륜 답면이 일정한 구배로 경사진 것에 비하여 본 발명의 외궤 및 내궤 측정차륜(100,110)은 그 차륜답면(100a,110a)이 구배가 없이 일정한 반경(r)으로 이루어진다.

[0043] 그러면 일정시간 간격 동안 외궤(호 $\widehat{CD}$ )와 내궤(호 $\widehat{AB}$ )를 주행하는 외궤와 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수는 상이하다.

[0044] 이때, 외궤와 내궤 측정차륜(100,110)의 회전수를 각각 ' $\Delta f_o$ '와 ' $\Delta f_i$ '라 하면 다음 식과 같다.

[0045]  $\Delta l_o = 2\pi r \times \Delta f_o$  ..... (3)

[0046]  $\Delta l_i = 2\pi r \times \Delta f_i$  ..... (4)

[0047] 여기서, 'r'은 차륜의 곡률반경(m)이고, ' $\Delta f_o$ '는 시간( $\Delta t$ ) 동안의 외궤 차륜의 회전수(cycle)이며, ' $\Delta f_i$ '는 시간( $\Delta t$ ) 동안의 내궤 차륜의 회전수(cycle)이다.

[0048] 이때, 식(1)과 식(3)은 동일하므로, 차륜의 반경 'r'은 다음의 식 (5)와 같이 유도할 수 있다.

[0049]  $r = \frac{(R + G/2) \times \psi / 360}{\Delta f_o}$  ..... (5)

[0050] 또한, 식(2)과 식(4)은 동일하므로, 차륜의 반경 'r'은 다음의 식 (6)과 같이 유도할 수 있다.

[0051]  $r = \frac{(R - G/2) \times \psi / 360}{\Delta f_i}$  ..... (6)

[0052] 따라서 상기 식 (5) 및 식 (6)으로부터 곡선부 곡률반경 'R'은 다음의 식 (7)로 유도된다.

[0053]  $R = \frac{G(\Delta f_o + \Delta f_i)}{2(\Delta f_o - \Delta f_i)}$  (m) ..... (7)

[0054] 이를 'R'의 역수인 curvature C(1/km)로 표현하면 다음 식 (7)과 같다.

[0055]  $\therefore C = \frac{1}{R} = \frac{2000(\Delta f_o - \Delta f_i)}{G(\Delta f_o + \Delta f_i)}$  (1/km) ..... (8)

[0056]

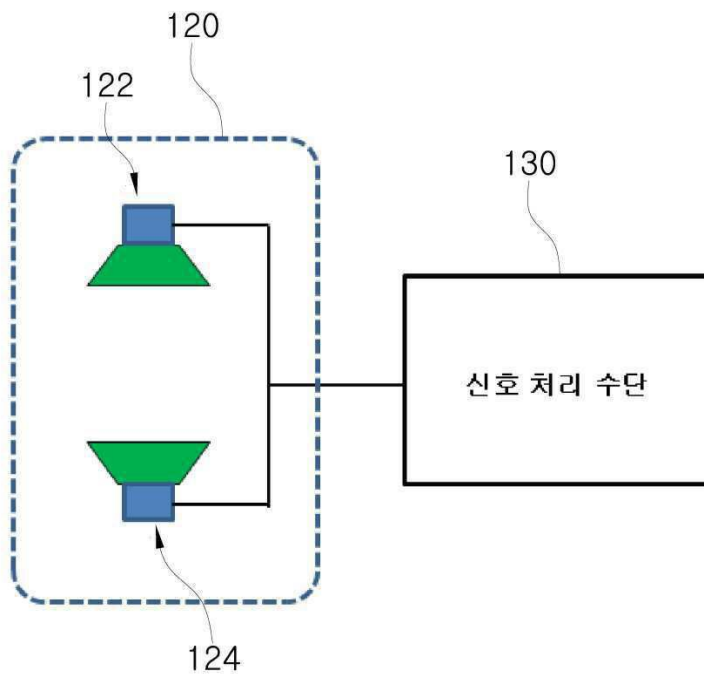
[0057] 즉, 차륜회전수 측정수단(120)의 외궤측 및 내궤측 엔코더(122,124)를 통해 실시간으로 측정되는 철도차량의 외



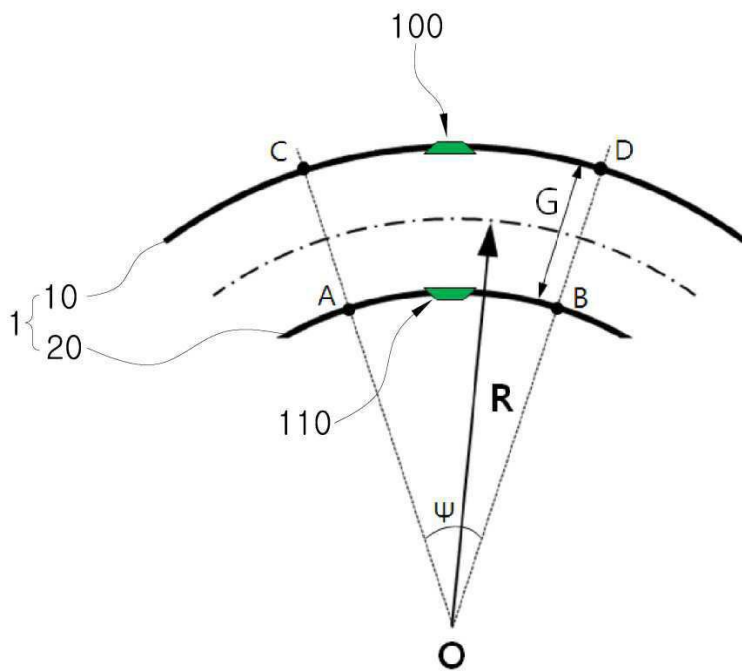


도면

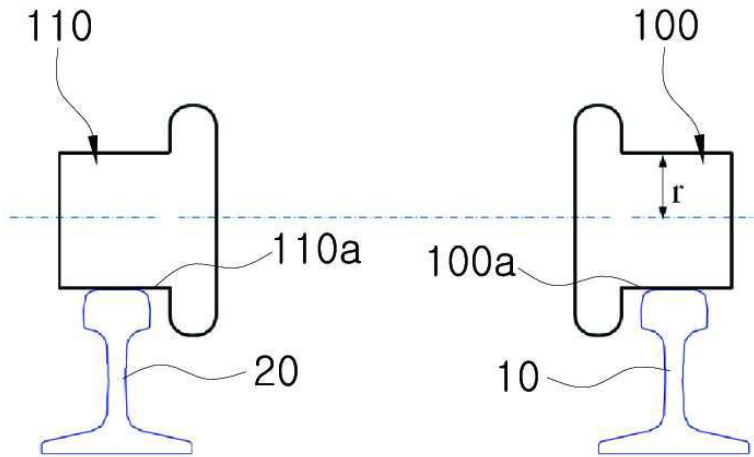
도면1



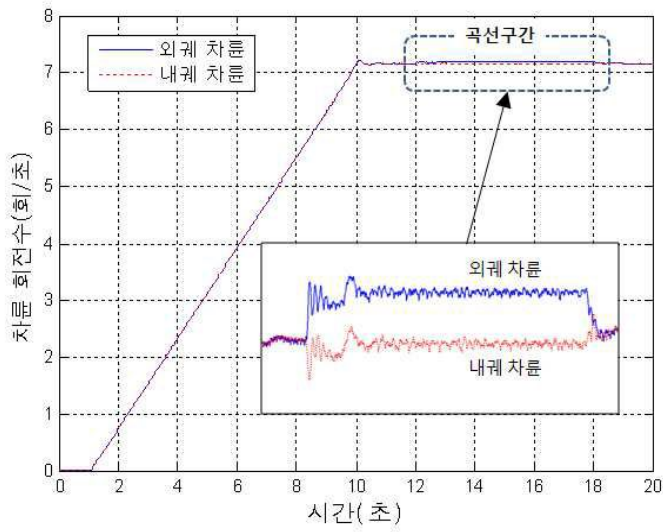
도면2



도면3



도면4



도면5

