



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월27일
(11) 등록번호 10-2255681
(24) 등록일자 2021년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60C 11/24 (2006.01) GO1M 17/02 (2019.01)
(52) CPC특허분류
B60C 11/246 (2013.01)
B60C 11/243 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0122342
(22) 출원일자 2019년10월02일
심사청구일자 2019년10월02일
(65) 공개번호 10-2021-0040221
(43) 공개일자 2021년04월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007153034 A*
JP5620268 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국타이어엔테크놀로지 주식회사
경기도 성남시 분당구 판교로 286 (삼평동)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
김민태
대전광역시 유성구 유성대로935번길 50(죽동)
이호중
대전광역시 유성구 가정로 63 108동 1301호 (신성동, 럭키하나아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한상수

전체 청구항 수 : 총 5 항

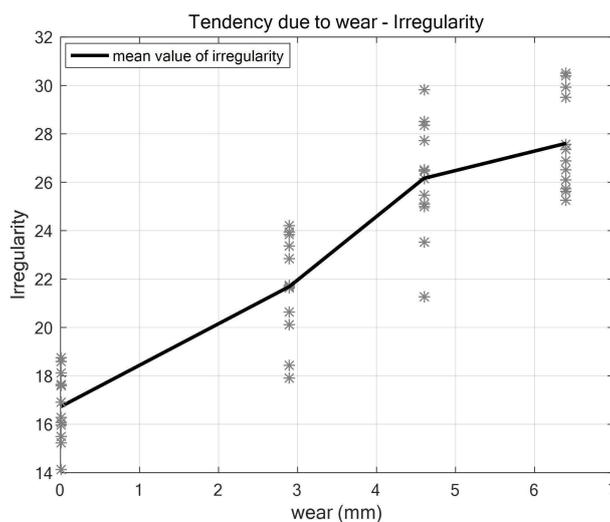
심사관 : 장준영

(54) 발명의 명칭 **타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치 및 이를 이용한 타이어 마모 측정 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예는 타이어의 가속도 신호에 나타나는 불규칙성의 변화를 수치화하고 이를 이용하여 타이어 트래드의 마모량을 측정하는 기술을 제공한다. 본 발명의 실시 예에 따른 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치는, 타이어의 반경 방향인 축 방향에 대한 타이어 내부의 가속도를 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정하는 신호수신부; 신호수신부로부터 측정된 가속도 신호를 전달 받고, 가속도 신호에 대한 전 처리로써 필터링을 수행하는 광역통과필터부; 광역통과필터부를 통해 필터링된 신호인 처리 신호를 이용하여 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 타이어의 트래드 마모율을 추정하는 신호분석부; 신호분석부로부터 타이어의 트래드 마모율에 대한 정보인 분석 정보를 전달받아 송신하는 송신부; 및 송신부로부터 분석 정보를 전달 받아 타이어가 설치된 차량에 대한 제어 신호를 생성하는 제어모듈;을 포함한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G01M 17/02 (2019.01)

(72) 발명자

최세범

대전 서구 둔산북로 175, #6-702

정다솔

서울시 은평구 증산로3길 5-15 청운아파트 702호

이중협

경기도 의정부시 용민로 304, 507동 1503호 (낙양동, 반도유보라 아이비파크)

명세서

청구범위

청구항 1

타이어의 반경 방향인 축 방향에 대한 상기 타이어 내부의 가속도를 상기 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정하는 신호수신부;

상기 신호수신부로부터 측정된 가속도 신호를 전달 받고, 상기 가속도 신호에 대한 전처리로서 필터링을 수행하는 광역통과필터부;

상기 광역통과필터부를 통해 필터링된 신호인 처리 신호를 이용하여 상기 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 상기 타이어의 트래드 마모율을 추정하는 신호분석부;

상기 신호분석부로부터 상기 타이어의 트래드 마모율에 대한 정보인 분석 정보를 전달받아 송신하는 송신부; 및 상기 송신부로부터 상기 분석 정보를 전달 받아 상기 타이어가 설치된 차량에 대한 제어 신호를 생성하는 제어모듈;을 포함하고,

상기 신호분석부는, 유클리드 거리 분석에 의한 아래의 식을 이용하여 유클리드 거리 수를 도출하고 상기 처리 신호의 불규칙성에 대해 수치화함으로써, 상기 가속도 신호의 불규칙성을 수치화하는 것을 특징으로 하는 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치.

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{i,j} - x_{i,j-1})}$$

여기서, U는 유클리드 거리 수이고, n은 1 이상의 자연수로써 상기 타이어가 회전하는 동안 상기 타이어 내부에서 가속도가 측정되는 각 지점의 총 수이며, i는 상기 타이어 내부에서 가속도가 측정되는 각 지점에 대한 번호이고, j는 상기 타이어의 회전 수이다.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 신호분석부는, 상기 유클리드 거리 수가 증가하는 경우, 상기 타이어의 트래드 마모율이 증가하는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제어모듈은,

상기 차량에 대한 제어를 수행하는 차량제어부, 및

상기 송신부로부터 상기 분석 정보를 전달받아 상기 차량제어부로 전달하는 정보전달부를 포함하고,

상기 차량제어부는, 상기 분석 정보를 이용하여 상기 타이어의 교체 시기를 판단하는 것을 특징으로 하는 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제어모듈은, 상기 타이어의 교체 시점 또는 상기 타이어의 교체 서비스 정보를 표시하는 디스플레이부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치.

청구항 6

청구항 1의 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치를 이용한 타이어 마모 측정 방법에 있어서,

측 방향에 대한 상기 타이어 내부의 가속도가 상기 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정되는 제1단계;

상기 가속도 신호에 대한 전처리로서 필터링이 수행되어 상기 처리 신호가 생성되는 제2단계;

상기 처리 신호를 이용하여 상기 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 상기 타이어의 트래드 마모율이 추정되는 제3단계;

상기 타이어의 트래드 마모율 정보를 이용하여 상기 타이어의 교체 시기가 판단되는 제4단계; 및

상기 타이어의 교체 시기에 대한 정보가 상기 차량의 사용자 및 상기 차량과 연결된 외부의 통합 통제 시스템으로 전달되는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 타이어 마모 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용한 타이어 마모 측정 장치 및 이를 이용한 타이어 마모 측정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 타이어의 가속도 신호에 나타나는 불규칙성의 변화를 수치화하고 이를 이용하여 타이어 트래드의 마모량을 측정하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 차량의 구성요소 중 유일하게 노면과 접촉하고 있는 타이어는 차량의 선회와 제동 성능과 직접적으로 관련이 있으며, 타이어의 마모가 발생 했을 경우 제동과 선회 성능을 제대로 발휘하지 못하는 경우가 발생하는 문제가 있어, 마모된 타이어는 차량의 안전과 직결될 수 있다. 구체적으로, 타이어의 마모에 따라 젖은 노면에 제동 거리가 증가함으로써 차량 사고와 직결될 수 있다.

[0004] 이에 따라, 타이어의 트래드 등에 대한 마모율을 실시간으로 측정하고, 타이어의 마모율에 따라 자동으로 타이어의 교체 시기 등을 알려주는 시스템에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.

[0005] 미국 공개특허 제2017-0113495호(발명의 명칭: Indirect tire wear state estimation system)에서는, 차량의 하중을 유추한 후 이를 기반으로 주행거리에 따른 마모율을 추정 하고 있으나, 마모율 추정을 위하여 너무 많은 인자에 대한 정보가 필요함으로써 비효율적이라는 한계를 갖고 있다. 또한, 미국 등록특허 제8,483,976호(발명의 명칭: Method for estimating tire wear and apparatus for estimating tire wear)와 미국 등록특허 제 8,061,191호(발명의 명칭: Method and apparatus for detecting wear of tire)에서는, 타이어에 대한 센싱을 이용한 방법으로 타이어의 마모율을 측정하고 있으나, 일관된 결과를 기대하기 어려우며 실제 차량 운행 조건을 고려하지 못한 한계를 갖고 있어, 실제 조건에서 정확한 타이어 마모 판단에 한계를 갖고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 미국 공개특허 제2017-0113495호

(특허문헌 0002) 미국 등록특허 제8,483,976호

(특허문헌 0003) 미국 등록특허 제8,061,191호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 타이어의 마모 증가에 따른 타이어 가속도 신호의 불규칙성을 이용하여 타이어 트래드의 마모량을 측정하도록 하는 것이다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은, 타이어의 반경 방향인 축 방향에 대한 상기 타이어 내부의 가속도를 상기 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정하는 신호수신부; 상기 신호수신부로부터 측정된 가속도 신호를 전달 받고, 상기 가속도 신호에 대한 전처리로서 필터링을 수행하는 광역통과필터부; 상기 광역통과필터부를 통해 필터링된 신호인 처리 신호를 이용하여 상기 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 상기 타이어의 트래드 마모율을 추정하는 신호분석부; 및 상기 신호분석부로부터 상기 타이어의 트래드 마모율에 대한 정보인 분석 정보를 전달받아 송신하는 송신부; 및 상기 송신부로부터 상기 분석 정보를 전달 받아 상기 타이어가 설치된 차량에 대한 제어 신호를 생성하는 제어모듈;을 포함한다.

[0012] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 신호분석부는, 유클리드 거리 분석에 의한 아래의 식을 이용하여 상기 처리 신호의 불규칙성에 대해 수치화함으로써, 상기 가속도 신호의 불규칙성을 수치화할 수 있다.

[0013]
$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{i,j} - x_{i,j-1})}$$

[0014] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 신호분석부는, 상기 유클리드 거리 수가 증가하는 경우, 상기 타이어의 트래드 마모율이 증가하는 것으로 판단할 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 제어모듈은, 상기 차량에 대한 제어를 수행하는 차량제어부, 및 상기 송신부로부터 상기 분석 정보를 전달받아 상기 차량제어부로 전달하는 정보전달부를 포함하고, 상기 차량제어부는, 상기 분석 정보를 이용하여 상기 타이어의 교체 시기를 판단할 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 제어모듈은, 상기 타이어의 교체 시점 또는 상기 타이어의 교체 서비스 정보를 표시하는 디스플레이부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은, 축 방향에 대한 상기 타이어 내부의 가속도가 상기 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정되는 제1단계; 상기 가속도 신호에 대한 전처리로서 필터링이 수행되어 상기 처리 신호가 생성되는 제2단계; 상기 처리 신호를 이용하여 상기 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 상기 타이어의 트래드 마모율이 추정되는 제3단계; 상기 타이어의 트래드 마모율 정보를 이용하여 상기 타이어의 교체 시기가 판단되는 제4단계; 및 상기 타이어의 교체 시기에 대한 정보가 상기 차량의 사용자 및 상기 차량과 연결된 외부의 통합 통제 시스템으로 전달되는 제5단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 상기와 같은 구성에 따른 본 발명의 효과는, 가속도 센서를 이용하여 타이어의 가속도 신호를 측정하고, 이로부터 타이어의 고주파 진동을 추출하며, 이에 대한 분석으로 타이어의 트래드 마모율을 추정하므로, 실시간으로 타이어의 마모량을 측정할 수 있다는 것이다.

[0020] 그리고, 본 발명의 효과는, 타이어의 마모량에 대한 정보를 차량의 사용자 뿐만 아니라 통합 통제 시스템과도 공유하여, 타이어의 교체에 대한 자동 서비스가 구현되도록 한다는 것이다.

[0021] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발

명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어 마모 측정 장치의 구성에 대한 개략도이다.
- 도 2는 3종류의 타이어에서 측정된 가속도 신호를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어가 15바퀴 회전하는 동안 1바퀴 회전 마다 획득되는 가속도 신호를 겹쳐서 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어의 가속도 신호에 대한 필터링을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어가 회전하는 경우, 하나의 처리 신호와 다른 처리 신호를 비교한 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어 트래드의 마모에 따른 유클리드 거리 수의 경향성을 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 연선했던 마모량과 타이어의 실제 마모량에 대한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시 예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0026] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어 마모 측정 장치의 구성에 대한 개략도이다. 도 1에서 보는 바와 같이, 타이어의 반경 방향인 축 방향에 대한 타이어 내부의 가속도를 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정하는 신호수신부(110); 신호수신부(110)로부터 측정된 가속도 신호를 전달 받고, 가속도 신호에 대한 전처리로서 필터링을 수행하는 광역통과필터부; 광역통과필터부를 통해 필터링된 신호인 처리 신호를 이용하여 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 타이어의 트래드 마모율을 추정하는 신호분석부(120); 및 신호분석부(120)로부터 타이어의 트래드 마모율에 대한 정보인 분석 정보를 전달받아 송신하는 송신부(130); 및 송신부(130)로부터 분석 정보를 전달 받아 타이어가 설치된 차량에 대한 제어 신호를 생성하는 제어모듈(200);을 포함한다.
- [0030] 여기서, 신호수신부(110)와 신호분석부(120) 및 송신부(130)의 결합으로 하나의 모듈인 계측모듈(100)이 형성될 수 있으며, 이와 같은 계측모듈(100)은 차량에 설치된 각각의 타이어에 연결되어 형성되거나, 차량에 설치된 모든 타이어에 연결되어 형성될 수도 있다.
- [0031] 그리고, 제어모듈(200)은, 차량에 대한 제어를 수행하는 차량제어부(210), 및 송신부(130)로부터 분석 정보를 전달받아 차량제어부(210)로 전달하는 정보전달부(220)를 포함하고, 차량제어부(210)는, 분석 정보를 이용하여 타이어의 교체 시기를 판단할 수 있다. 또한, 제어모듈(200)은, 타이어의 교체 시점 또는 타이어의 교체 서비스 정보를 표시하는 디스플레이부(230)를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 신호수신부(110)는 복수 개의 가속도 센서를 포함하며, 복수 개의 가속도 센서 각각은 타이어 트래드의 내부 복수 개의 지점 각각에 대한 축 방향 가속도를 측정할 수 있다. 그리고, 각각의 가속도 센서에는 번호가 순차적으

로 부여될 수 있으며, 이에 따라, 각각의 가속도 센서에서 측정된 가속도 신호는 순차적으로 수집되어 데이터화될 수 있다. 그리고, 분석 정보를 전달받은 송신부(130)는, 분석 정보를 제어모듈(200)의 정보전달부(220)로 무선 또는 유선으로 전달할 수 있으며, 이를 위해 정보전달부(220)는 송신부(130)와 무선 또는 유선으로 연결될 수 있다.

[0033] 차량제어부(210)는 차량에 대한 제어를 수행함과 동시에 차량 외부의 통합 통제 시스템과 무선 연결될 수 있다. 차량제어부(210)에는 타이어의 마모율에 따라 예정된 타이어의 교체 시기에 대한 정보인 교체 시기 정보가 사전에 저장되어 있으며, 차량제어부(210)는 교체 시기 정보와 실시간의 타이어 마모율을 비교 판단하여 타이어의 교체를 위한 잔여 시간, 타이어 교체 시점 등에 대한 정보를 생성할 수 있다. 그리고, 차량제어부(210)는, 타이어의 교체를 위한 잔여 시간, 타이어 교체 시점 등에 대한 정보를 통합 통제 시스템은 차량제어부(210)로부터 전달받은 정보를 이용하여 해당 차량에 설치된 타이어의 교체 시점에 재고로 남아있는 타이어의 수량, 타이어의 교체 가능 수리센터 등에 대한 타이어 교체 서비스에 대한 정보를 차량제어부(210)에 전달할 수 있고, 차량제어부(210)는 타이어 교체 서비스에 대한 정보를 디스플레이부(230)로 전달하여 이와 같은 정보가 디스플레이부(230)에 표시될 수 있다. 그리고, 차량제어부(210)에서 생성된 타이어의 교체를 위한 잔여 시간, 타이어 교체 시점 등에 대한 정보도 디스플레이부(230)에 표시되어 사용자에게 전달될 수 있다.

[0035] 신호분석부(120)는, 유클리드 거리(Euclidean distance) 분석에 의한 [수학식 1]을 이용하여 처리 신호의 불규칙성에 대해 수치화함으로써, 가속도 신호의 불규칙성을 수치화할 수 있다.

[0036] [수학식 1]

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{i,j} - x_{i,j-1})^2}$$

[0037] 여기서, U는 유클리드 거리 수이고, n은 1 이상의 자연수로서 타이어가 회전하는 동안 타이어 내부에서 가속도가 측정되는 각 지점의 총 수이며, i는 타이어 내부에서 가속도가 측정되는 각 지점에 대한 번호이고, j는 타이어의 회전 수이다. 신호분석부(120)는, 유클리드 거리 수가 증가하는 경우, 타이어의 트레드 마모율이 증가하는 것으로 판단할 수 있다. U는 구체적으로, 타이어의 j번째 회전에 대한 유클리드 거리 분석(Euclidean distance of j_{th} rotation)에 따라 도출된 수일 수 있다.

[0039] [수학식 1]은 유클리드 거리(Euclidean distance) 개념을 이용하여 도출될 수 있으며, 이하, 신호분석부(120)가 타이어의 트레드 마모율을 추정하면서 이용하는 [수학식 1]의 도출 과정에 대해 설명하기로 한다.

[0041] 도 2는 3종류의 타이어에서 측정된 가속도 신호를 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 2의 (a) 내지 (c) 그래프에서 가로축은 타이어가 1회전 하는 동안 노면을 기준으로 한 타이어 내부의 가속도 측정 지점의 각도 변화를 나타낸 것이고, 세로축은 타이어가 1회전하는 동안 축 방향의 가속도 신호를 나타낸 것이다. 그리고, 도 2의 (a)는 트레드에 60 내지 180개의 패턴이 형성된 타이어에 대한 그래프이고, 도 2의 (b)는 타이어의 원주 방향으로 수직인 횡 방향으로 30개의 그루브가 형성된 타이어에 대한 그래프이며, 도 2의 (c)는 그루브가 없는 민무늬 타이어(Smooth tire)에 대한 그래프이다. 도 3에서 보는 바와 같이 타이어에 생성된 패턴이 감소할수록 타이어의 가속도 신호 특성이 변화하는 것을 확인할 수 있다.

[0042] 본 발명에서는, 상기와 같은 마모에 의해 발생하는 타이어의 트레드 패턴 영역의 변화에 따른 타이어 가속도 신호 특성 변화를 이용하여 타이어의 트레드 마모율을 추정하고자 하는 것이다.

[0043] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어가 15바퀴 회전하는 동안 1바퀴 회전 마다 획득되는 가속도 신호를 겹쳐서 나타낸 그래프이다. 도 3의 (a)와 (b)에서, 가로축은 타이어가 1회전 하는 동안 노면을 기준으로 한 타이어 내부의 가속도 측정 지점의 각도 변화를 나타낸 것이고, 세로축은 타이어가 1회전하는 동안 축 방향의 가속도 신호를 나타낸 것이다. 그리고, 도 3의 (a)는 마모가 진행되지 않은 타이어(New tire)에 대한 그래프이고, 도 3의 (b)는 마모가 진행된 타이어(old)에 대한 그래프이다.

[0044] 도 3의 (a)에서 보는 바와 같이, 마모가 진행되지 않은 타이어에 대한 가속도 신호의 그래프에서는, 복수 회의 타이어 회전에 대한 가속도 신호 데이터 그래프를 겹쳐서 나타내었음에도 잔진동(60 ~ 180 vibrations/rotation)이 매우 규칙적으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0045] 반면에, 도 3의 (b)에서 보는 바와 같이, 상대적으로 마모가 많이 진행된 오래된 타이어에 대한 가속도 신호의 그래프에서는, 복수 회의 타이어 회전에 대한 가속도 신호 데이터 그래프를 겹쳐서 나타내는 경우, 고주파 진동

의 규칙성이 깨지면서 불규칙성이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

- [0046] 이와 같은 타이어의 트래드 마모에 따른 가속도 신호의 경향성은 다음과 같은 물리적 의미를 가질 수 있다. 타이어의 트래드 마모가 진행됨에 따라, 타이어의 트래드 두께는 감소하고 트래드에 형성된 패턴은 점점 희미해질 수 있다. 이러한 트래드의 마모가 진행됨에 따른 트래드의 두께 감소는 여러 물리적 현상을 발생시킬 수 있는데, 첫 번째로, 노면 상태, 타이어의 소음 등과 같은 외부 요인에 대한 반응성이 증가되고, 두 번째로, 트래드 두께가 감소함에 따라 상대적으로 경도가 큰 구성요소인 타이어 스틸 벨트, 타이어 라이너 등의 진동 특성이 가속도 센서의 신호에 반영될 수 있다. 이로 인하여, 타이어의 가속도 센서의 신호에 고주파 진동 특성이 반영될 수 있다. 결론적으로, 상기와 같은 물리적 현상으로 인하여 타이어의 트래드 마모가 진행됨에 따라 타이어의 잔진동 불규칙성은 증가할 수 있다.
- [0047] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어의 가속도 신호에 대한 필터링을 나타낸 그래프이다. 도 4의 (a)는 필터링 전의 타이어의 가속도 신호를 나타낸 그래프이고, 도 4의 (b)는 필터링 후의 타이어 가속도 신호인 처리 신호를 나타낸 그래프이다. 그리고, 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어가 회전하는 경우, 하나의 처리 신호와 다른 처리 신호를 비교한 그래프이다. 구체적으로, 타이어가 회전하는 경우, j-1번째 바퀴의 데이터와 j 번째 축 방향 가속도 신호가 있을 때, 각각의 데이터에서 고주파 진동(잔진동)을 추출하여 비교한 그래프이다. 도 4의 (a)와 (b) 및 도 5에서, 가로축은 타이어가 1회전 하는 동안 노면을 기준으로 한 타이어 내부의 가속도 측정 지점의 각도 변화를 나타낸 것이고, 세로축은 타이어가 1회전하는 동안 축 방향의 가속도 신호를 나타낸 것이다.
- [0048] 도 4에서 보는 바와 같이, 타이어의 가속도 신호에 대해 필터링을 수행하여 전처리하는 경우, 잔진동이 반영된 가속도 신호에서 잔진동만을 추출하여 분석에 이용할 수 있다.
- [0049] 그리고, 잔진동의 불규칙성을 수치화를 이용하여 유클리드 거리(Euclidean distance) 개념을 사용할 수 있으며, 이에 따라, 상기된 [수학식 1]이 도출될 수 있다. 또한, 도 5에서 보는 바와 같이, 타이어가 회전하는 경우, j-1번째 바퀴의 데이터와 j 번째 축 방향 가속도 신호가 있을 때 추출된 각각의 고주파 진동 신호는 거리가 발생되게 되며, 이와 같은 두 데이터 간의 불규칙성은, [수학식 1]을 이용하여 각 데이터의 간격 제곱합의 제곱근으로 수치화될 수 있다. 그리고, 상기된 바와 같이, 타이어의 마모가 진행됨에 따라 타이어 가속도 신호에 의한 고주파 진동의 불규칙성이 증가하게 되며, 이와 같은 고주파 진동의 불규칙성이 증가할수록 유클리드 거리 수가 증가하게 되어, 결과적으로, 신호분석부(120)는, 유클리드 거리 수가 증가하는 경우, 타이어의 트래드 마모율이 증가하는 것으로 판단할 수 있다. 그리고, 신호분석부(120)는, 하기의 도 6과 도 7을 이용하여, 유클리드 거리 수에 따른 타이어의 트래드 마모율을 도출시킬 수 있으며, 이를 이용하여 타이어의 트래드 마모량(마모 두께, mm)을 연산할 수 있다.
- [0051] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 타이어 트래드의 마모에 따른 유클리드 거리 수의 경향성을 나타낸 그래프이다. 도 6에서, 가로축은 타이어의 트래드 마모량(마모 두께)을 나타내고, 세로축은 유클리드 거리 수를 이용한 불규칙성(irregularity)을 나타낸다. 그리고, 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 연산된 마모량과 타이어의 실제 마모량에 대한 그래프이다. 구체적으로, 도 7에서, 가로축은 타이어 트래드의 실제 마모량을 나타내고, 세로축은 신호분석부(120)에 의해 연산된 타이어의 트래드 마모량을 나타낼 수 있다.
- [0052] 도 6과 도 7에서 보는 바와 같이, 타이어에 대한 여러 조건에 대해 수치화된 불규칙성을 비교 분석할 수 있으며, 구체적으로, 타이어의 공기압(Pressure), 하중(Load), 속도(Velocity) 등을 변경하면서 타이어의 마모 단계별로 총 12개의 조건(하중 조건 3가지X공기압 조건 4가지)에 대해 비교 분석을 진행하였다. 여기서, 각 점은 다양한 조건의 결과를 보여주며, 실선은 각각의 마모량에 대한 각 점의 평균 값을 이어 형성된 그래프일 수 있다.
- [0053] 도 6과 도 7의 결과에서 보는 바와 같이, 타이어의 트래드 마모가 증가할수록 가속도 센서 신호의 불규칙성(irregularity), 즉, 유클리드 거리 수가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 타이어 가속도 신호의 불규칙성만을 기반으로 한 마모 추정 시의 경우, 결과적으로, 모든 마모 레벨에 대해 추정 성능이 나오는 것을 확인할 수 있다.
- [0054] 상기와 같은 구성에 의하여, 가속도 센서를 이용하여 타이어의 가속도 신호를 측정하고, 이로부터 타이어의 고주파 진동을 추출하며, 이에 대한 분석으로 타이어의 트래드 마모율을 추정하므로, 실시간으로 타이어의 마모량을 측정할 수 있다. 그리고, 타이어의 마모량에 대한 정보를 차량의 사용자 뿐만 아니라 통합 통제 시스템과도 공유하여, 타이어의 교체에 대한 자동 서비스가 구현되도록 할 수 있다.

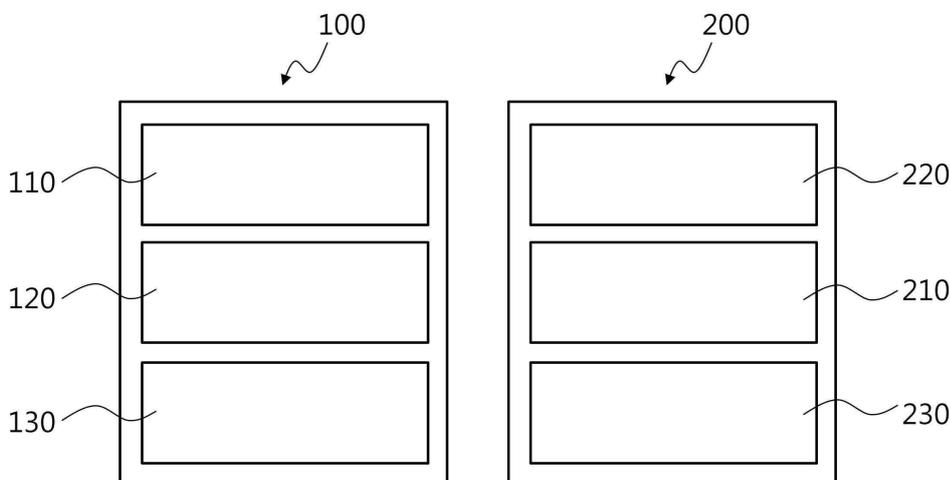
- [0056] 이하, 본 발명의 타이어 마모 장치를 이용한 타이어 마모 측정 방법에 대해서 설명하기로 한다.
- [0057] 제1단계에서, 축 방향에 대한 타이어 내부의 가속도가 타이어 내부의 각 지점에 대해서 측정될 수 있다. 그리고, 제2단계에서, 가속도 신호에 대한 전처리로서 필터링이 수행되어 처리 신호가 생성될 수 있다. 다음으로, 제3단계에서, 처리 신호를 이용하여 가속도 신호의 불규칙성을 수치화함으로써, 타이어의 트래드 마모율이 추정될 수 있다. 그 후, 제4단계에서, 타이어의 트래드 마모율 정보를 이용하여 타이어의 교체 시기가 판단될 수 있다. 그리고, 제5단계에서, 타이어의 교체 시기에 대한 정보가 차량의 사용자 및 차량과 연결된 외부의 통합 통제 시스템으로 전달될 수 있다.
- [0058] 본 발명의 타이어 마모 측정 장치를 이용한 타이어 마모 측정 방법에 대한 나머지 사항은, 상기된 본 발명의 타이어 마모 측정 장치에 대한 사항과 동일할 수 있다.
- [0060] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0061] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0063] 100 : 계측모듈
- 110 : 신호수신부
- 120 : 신호분석부
- 130 : 송신부
- 200 : 제어모듈
- 210 : 차량제어부
- 220 : 정보전달부
- 230 : 디스플레이부

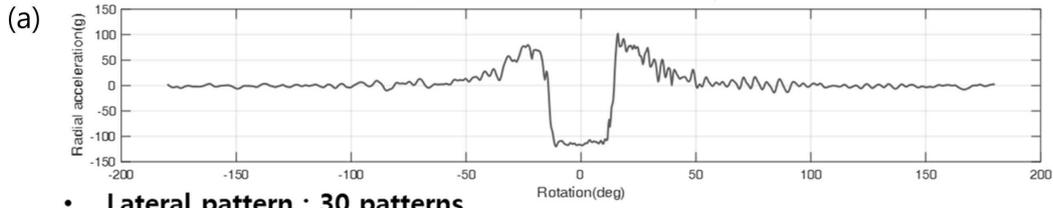
도면

도면1

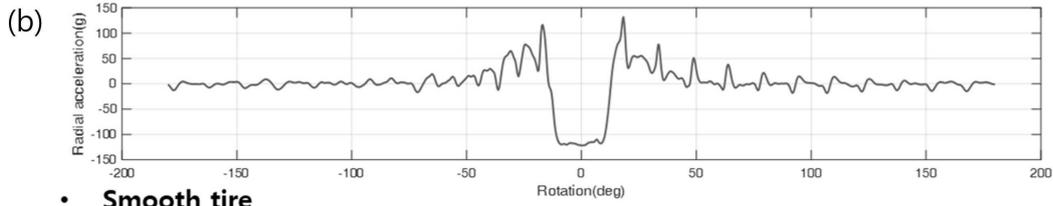


도면2

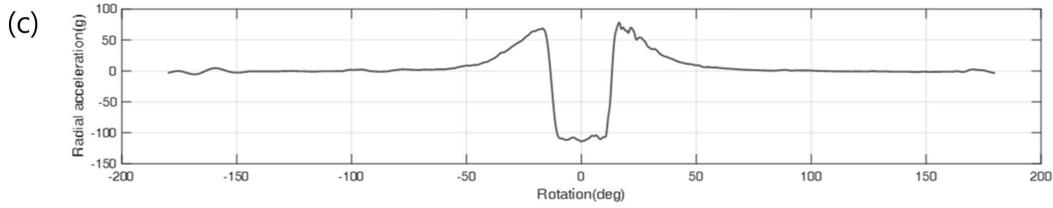
- Normal tread pattern(Hankook tire – H426) : 60~180 patterns



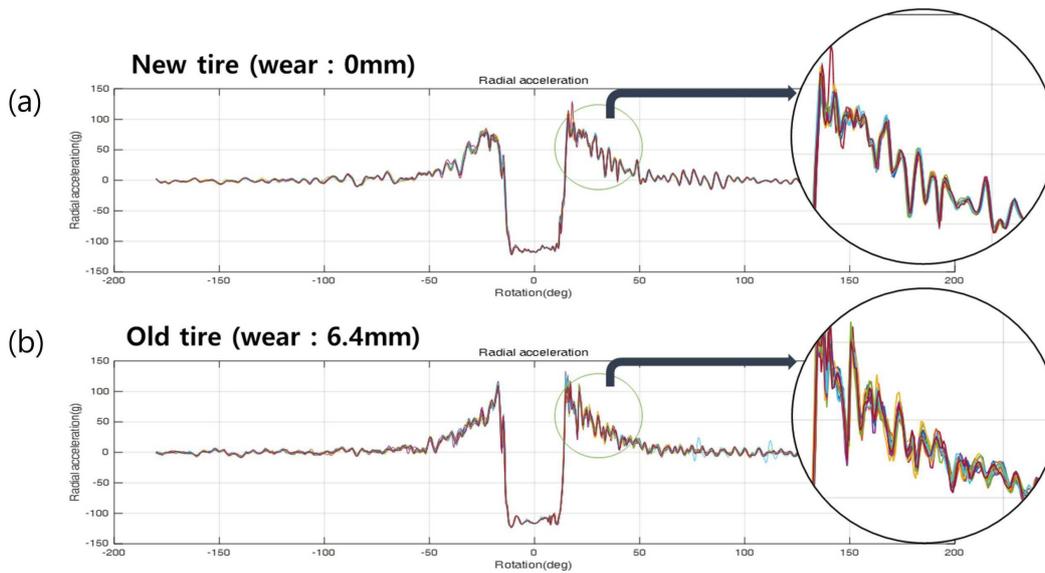
- Lateral pattern : 30 patterns



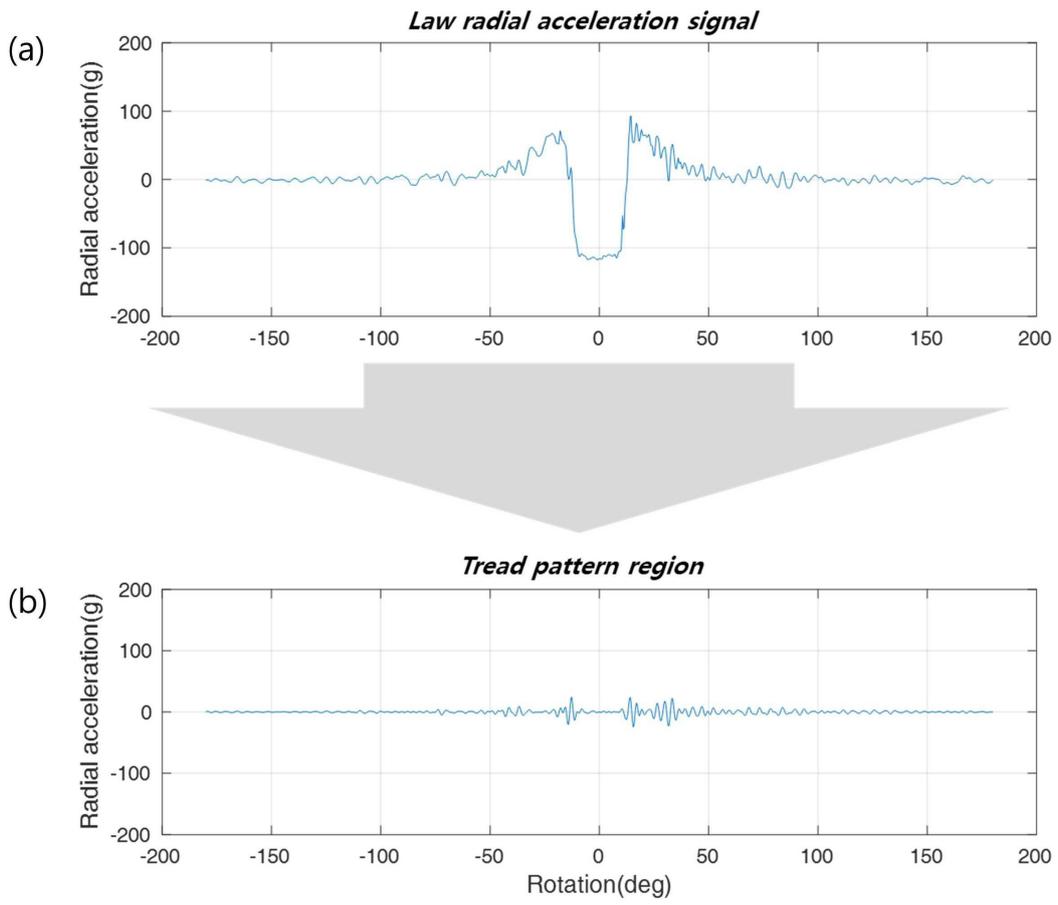
- Smooth tire



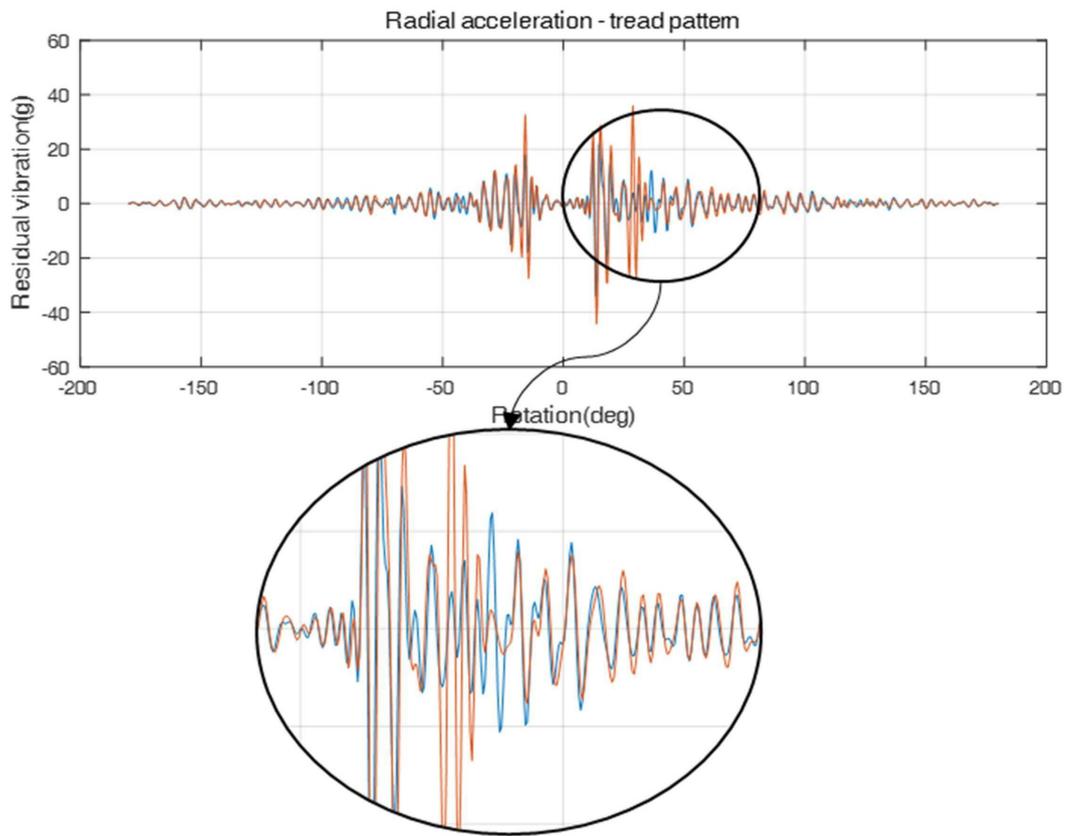
도면3



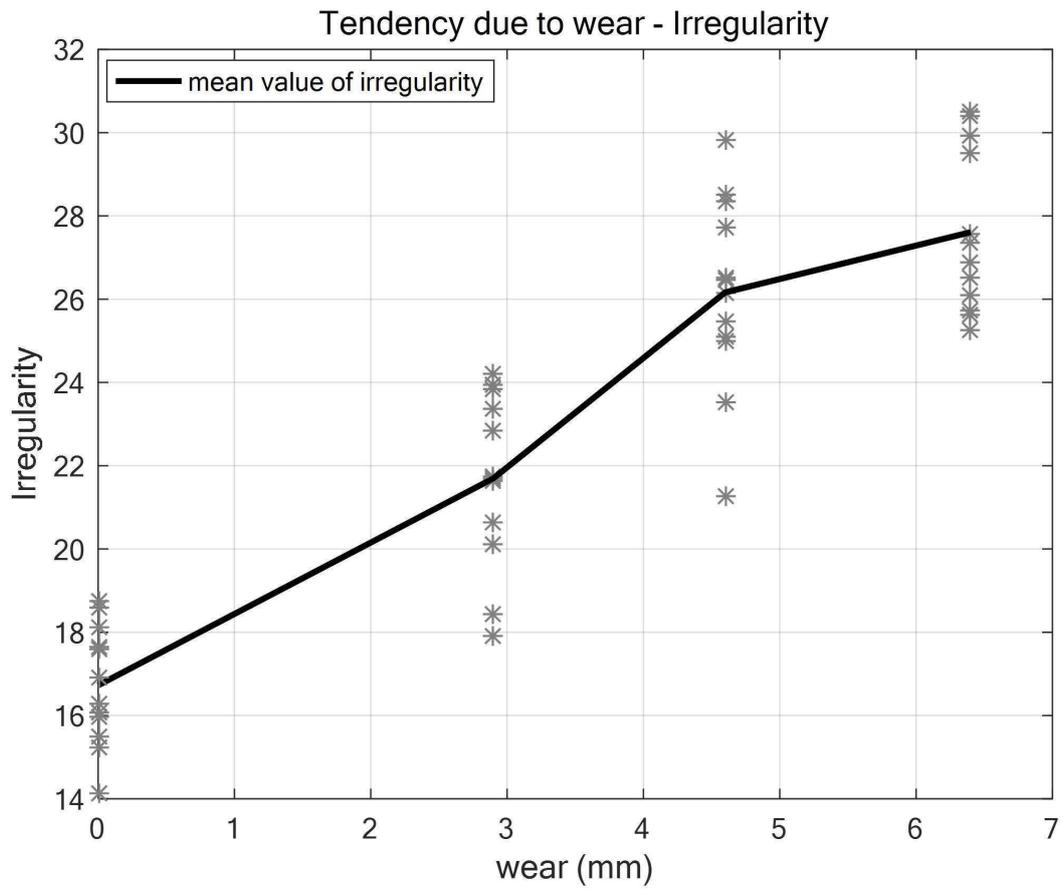
도면4



도면5



도면6



도면7

