



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0091147
(43) 공개일자 2017년08월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60T 17/22 (2006.01) F16D 66/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B60T 17/22 (2013.01)
F16D 66/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7018370
- (22) 출원일자(국제) 2015년11월12일
심사청구일자 2017년07월03일
- (85) 번역문제출일자 2017년07월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/060258
- (87) 국제공개번호 WO 2016/089570
국제공개일자 2016년06월09일
- (30) 우선권주장
62/087,301 2014년12월04일 미국(US)

- (71) 출원인
로베르트 보쉬 게엠베하
독일 데-70442 스투트가르트 포스트파흐 30 02 20
- (72) 발명자
고 켓 생
미국 미시건 48154 리보니아 파밍턴 로드 16822
로에베 토마스
독일 99817 아이제나하 99817 스테트펠데르 스트
라세 13
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

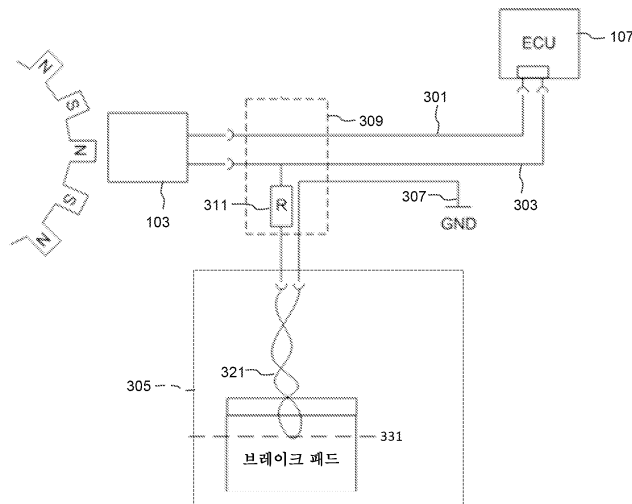
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 일체형 휠 속도 및 브레이크 패드 마모 모니터링 시스템

(57) 요약

브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서를 포함하는 차량용의 일체형 모니터링 시스템을 개시한다. 휠 속도 센서 신호 라인이 상기 휠 속도 센서와 전자 제어 유닛 사이에 연결된다. 휠 속도 전력 라인이 휠 속도 센서와 브레이크 패드 마모 센서와 전자 제어 유닛 사이에 연결된다. 전자 제어 유닛은 휠 속도를 나타내는 신호에 대해 휠 속도 센서 신호 라인을 모니터링하고, 브레이크 패드 상태를 나타내는 신호에 대해 휠 속도 전력 라인을 모니터링하도록 구성된다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B60Y 2400/3032 (2013.01)

(72) 발명자

코에겔, 마르틴

독일 99820 호에르셀베르그-하이니치 헤우가세 91
아

바인데르 헬무트

독일 테에-74172 네카르줄름 브레이스가우스트라세
13/1

카스티 로버트

미국 미시건 48386 화이트 레이크 옥스바우 레이크
로드 1089

헤인리치 월터

미국 미시건 48375 노비 자콥 드라이브 45200

명세서

청구범위

청구항 1

차량용의 일체형 모니터링 시스템에 있어서:

브레이크 패드 마모 센서;

휠 속도 센서;

전자 제어 유닛;

상기 휠 속도 센서와 상기 전자 제어 유닛 사이에 연결된 휠 속도 센서 신호 라인; 및

상기 휠 속도 센서와 상기 브레이크 패드 마모 센서와 상기 전자 제어 유닛 사이에 연결된 전력 라인을 포함하
고,

상기 전자 제어 유닛은,

휠 속도를 나타내는 신호에 대해 상기 휠 속도 센서 신호 라인을 모니터링하고,

브레이크 패드 상태를 나타내는 신호에 대해 상기 전력 라인을 모니터링하도록 구성되는, 일체형 모니터링 시스
템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전자 제어 유닛은 또한 상기 전력 라인을 통해 상기 휠 속도 센서에 전력을 공급하고, 공급된 전력의 변화
에 기초하여 상기 브레이크 패드 마모 센서의 상태를 결정하도록 구성된, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전자 제어 유닛은 또한 상기 브레이크 패드 마모 센서의 상태를 나타내는 신호를 상기 차량의 오퍼레이터
에 전송하도록 구성된, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 휠 속도 센서 신호 라인 및 상기 전력 라인에 연결된 전기 접속부를 더 포함하고, 상기 전기 접속부는 상
기 휠 속도 센서 신호 라인 상에서 상기 전자 제어 유닛과 상기 휠 속도 센서 사이에 연결되고, 상기 전력 라인
상에서 상기 전자 제어 유닛과 상기 휠 속도 센서와 상기 브레이크 패드 마모 센서 사이에 연결되는, 일체형 모
니터링 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전력 라인 및 상기 휠 속도 센서 신호 라인은 상기 전자 제어 유닛과 상기 전기 접속부 사이에 연결된 유
일한 배선들인, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 브레이크 패드 마모 센서는 기계적, 자기적, 용량적 및 유도적 스위치들로 이루어진 그룹으로부터 적어도
하나를 포함하는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 브레이크 패드 마모 센서는 브레이크 패드 내에 위치되는 마모성 와이어 루프(abradable wire loop)를 포함하고, 상기 마모성 와이어 루프는 상기 브레이크 패드가 미리 결정된 두께로 마모될 때 개방 회로를 형성하도록 적응되는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 브레이크 패드 마모 센서는:

브레이크 패드;

복수의 저항성 소자들; 및

상기 복수의 저항성 소자들 중 하나와 각각 연관된 상기 브레이크 패드 내의 복수의 마모성 와이어 루프들을 포함하고,

상기 복수의 마모성 와이어 루프들 각각은 상기 연관된 저항성 소자들 각각과 병렬로 연결되고, 상기 마모성 와이어 루프들 각각은 상기 브레이크 패드의 상이한 미리 결정된 두께에서 마모되도록 적응되는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 저항성 소자들 중 적어도 하나는 전기적 접속부에 인접하여 위치되는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 저항성 소자들 중 적어도 하나는 상기 브레이크 패드 마모 센서에 인접하여 위치되는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 브레이크 패드 마모 센서는 상기 마모성 와이어 루프들 중 적어도 하나와 접지 단자 사이에 연결된 접지 와이어를 포함하는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 접지 단자는 상기 브레이크 패드 마모 센서에 인접하여 위치되는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 접지 단자는 상기 전자 제어 유닛 상에 위치되는, 일체형 모니터링 시스템.

청구항 14

차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서를 모니터링하는 방법에 있어서:

상기 휠 속도 센서와 전자 제어 유닛 사이에 신호 라인을 연결하는 단계;

상기 휠 속도 센서와 상기 브레이크 패드 마모 센서와 상기 전자 제어 유닛 사이에 전력 라인을 연결하는 단계;

상기 전자 제어 유닛으로 휠 속도를 나타내는 신호에 대해 상기 신호 라인을 모니터링하는 단계; 및
 상기 전자 제어 유닛으로 브레이크 패드 상태를 나타내는 신호에 대해 상기 전력 라인을 모니터링하는 단계를 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 전력 라인을 통해 상기 휠 속도 센서로 전력을 공급하는 단계, 및 공급된 전력의 변화에 기초하여 상기 브레이크 패드 마모 센서의 상태를 결정하는 단계를 더 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 브레이크 패드 마모 센서의 상태를 나타내는 신호를 상기 차량의 오퍼레이터로 전송하는 단계를 더 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 휠 속도 센서 신호 라인 상에서 상기 휠 속도 센서와 상기 전자 제어 유닛 사이에 전기 접속부를 연결하는 단계; 및

상기 전력 라인 상에서 상기 휠 속도 센서와 상기 브레이크 패드 마모 센서와 상기 전자 제어 유닛 사이에 상기 전기 접속부를 연결하는 단계를 더 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 브레이크 패드 마모 센서와 접지 단자 사이에 접지 와이어를 연결하는 단계를 더 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 접지 와이어를 상기 접지 단자에 연결하는 단계는 상기 접지 와이어를 상기 전자 제어 유닛에 연결하는 단계를 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 접지 와이어를 상기 접지 단자에 연결하는 단계는 상기 브레이크 패드 마모 센서에 인접한 상기 차량의 접지된 위치에 상기 접지 와이어를 연결하는 단계를 포함하는, 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서 모니터링 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2014년 12월 4일자로 출원된 미국 가출원 번호 62/087,301의 이익을 주장하며, 그 전체 내용은 본원에 참고로 포함된다.

[0003] 본 발명은 차량용 휠 속도 센서(wheel speed sensor)들 및 브레이크 패드 마모 센서(brake pad wear sensor)들

에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 휠 속도 센서는 전자 제어 유닛(ECU)에 회전 휠 속도를 나타내는 신호를 제공한다. ECU는 휠 속도 센서로부터의 신호를 처리하고, 예를 들면 전자 안정성 제어 시스템(ESC)과 같은 다른 차량 시스템들에 휠 속도 정보를 전송한다. 또한 브레이크 패드 마모 센서는 브레이크 패드가 악화됐을 때를 나타낸다. 또한 ECU는 브레이크 패드 마모 센서를 모니터링하고 브레이크 패드의 교체가 필요하다는 것을 운전자에게 알리는 인디케이터를 활성화한다. 휠 속도 센서와 브레이크 패드 마모 센서는 서로 인접하여 위치될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 실시예들은 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서와의 전기적 연결을 부분적으로 통합하고 공통 ECU로 라우팅한다. 전기 연결들을 통합하면 라우팅 구성요소를 줄이고 설치 시간을 단축하고 제어를 단순화함으로써 비용과 무게를 덜 수 있다. 휠 속도 센서에 대한 제어 회로의 일부 및 브레이크 패드 마모 센서에 대한 제어 회로의 일부가 또한 통합될 수 있다. 하지만 일부 통합의 형태들은 휠 속도 센서의 신호 라인에 간섭을 일으킬 수 있다. 예를 들면, 휠 속도 센서와 브레이크 패드 마모 센서를 공통 신호 경로를 갖는 공통 와이어링 하니스(common wiring harness) 상에 통합하는 시스템은 브레이크 패드 마모 센서의 개방 루프에 의해 야기된 장애에 영향을 받기 쉽다. 다양한 구성들에서, 상기 개방 루프는 안테나 역할을 하고, 휠 속도 센서로부터의 신호 품질을 떨어뜨린다. 또한, 상기 개방 루프 상의 개방 말단들 사이의 간헐적 접촉으로 인해 휠 속도 센서로부터의 신호가 무작위로 빠르게 변경될 수 있다. 휠 속도 센서 신호 라인의 간섭에 대한 노출을 줄이기 위해, 브레이크 패드 마모 센서 신호 라인이 휠 속도 센서 파워 라인과 통합된다. 다음의 설명에서, 일체형 시스템에 유해한 간섭을 일으키지 않으면서, 휠 속도 센서를 위한 회로의 일부를 브레이크 패드 마모 센서를 위한 회로의 일부와 결합하는 일체형 시스템이 제공된다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 실시예에서, 본 발명은 브레이크 패드 마모 센서, 휠 속도 센서 및 전자 제어 유닛을 포함하는 차량용의 일체형 모니터링 시스템을 제공한다. 휠 속도 센서 신호 라인은 휠 속도 센서와 전자 제어 유닛 사이에 연결된다. 전력 라인은 휠 속도 센서와 브레이크 패드 마모 센서와 전자 제어 유닛 사이에 연결된다. 전자 제어 유닛은 휠 속도를 나타내는 신호에 대해 휠 속도 센서 신호 라인을 모니터링하고 브레이크 패드 상태를 나타내는 신호에 대해 전력 라인을 모니터링하도록 구성된다.

[0007] 다른 실시예에서, 본 발명은 차량의 일체형 브레이크 패드 마모 센서 및 휠 속도 센서를 모니터링하기 위한 방법을 제공한다. 이 방법은 휠 속도 센서와 전자 제어 유닛 사이에 신호 라인을 연결하는 단계 및 휠 속도 센서와 브레이크 패드 마모 센서와 전자 제어 유닛 사이에 전력 라인을 연결하는 단계를 포함한다. 전자 제어 유닛은 휠 속도를 나타내는 신호에 대해 신호 라인을 모니터링하고, 브레이크 패드 상태를 나타내는 신호에 대해 전력 라인을 모니터링한다.

[0008] 본 발명의 다른 양태들은 상세한 설명 및 첨부 도면을 고려함으로써 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서가 장착된 차량의 개략도.
 도 2는 도 1의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서로부터 신호들을 수신하는 전자 제어 유닛의 블록도.
 도 3은 도 1의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서의 단일 스테이지 구성을 나타내는 개략도.
 도 4는 도 1의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서의 멀티 스테이지 구성을 나타내는 개략도.
 도 5는 도 1의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서의 또 다른 멀티 스테이지 구성을 나타내는 개략도.
 도 6은 도 1의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서의 또 다른 멀티 스테이지 구성을 나타내는 개

략도.

도 7은 도 1의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서의 또 다른 멀티 스테이지 구성을 나타내는 개략도.

도 8은 도 3의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서를 작동시키는 방법의 흐름도.

도 9는 도 4 내지 도 7의 일체형 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서를 작동시키는 방법의 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 임의의 실시예들이 상세히 설명되기 전에, 본 발명은 이하의 설명에서 설명되거나 다음의 도면들에 도시된 구성요소의 구성 및 배열의 상세한 설명에 대한 적용으로 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 본 발명은 다른 실시예들이 가능하고 다양한 방법들로 실시되거나 실행될 수 있다.

[0011] 도 1은 4 개의 차량 휠들 각각에 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)를 포함하는 일체형 모니터링 시스템이 장착된 차량(101)을 도시한다. 차량(101)은 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)에 전기적으로 연결된 전자 제어 유닛(ECU)(107)을 포함한다. ECU(107)는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)와 통신한다. 도시된 바와 같이, 차량(101)의 각 휠에는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)가 장착될 수 있다. 그러한 실시예에서, 차량(101)은 각각의 휠로부터 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105) 양쪽 모두를 각각 제어하도록 적용된 복수의 ECU들을 가질 수 있다. 다른 실시예들에서, 도시된 것과 같이, ECU(107)는 각 휠로부터 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)를 제어 및 조정할 수 있다. 이하의 설명에서, 휠 속도 센서(103), 브레이크 패드 마모 센서(105), 및 ECU(107)는 단독으로 설명된다. 하지만, 이러한 설명은 다양한 연결들과 구성들의 다수의 디바이스들에도 또한 적용될 수 있음을 알아야 한다. 또한, 차량(101)은, 예를 들면, 자동차, 오토바이, 트럭 등을 포함하는 다양한 각종 차량을 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 휠 속도 센서(103)는 홀 센서(Hall sensor) 또는 자기 저항 원리를 통합하여 휠의 회전 속도를 측정할 수 있다. 휠 속도 센서(103)는 자기 회전식 인코더 또는 톱니형 스틸 톤 링(toothed steel tone ring) 또는 회전 운동을 감지하도록 적용된 다른 센서를 포함할 수 있다. 또한, 휠 속도 센서(103)는 차량(101) 상의 고정된 위치에 부착된 감지 소자를 갖는 회전 휠에 부착된 기어를 사용할 수 있다. 감지 소자는 기어의 톱니들이 상기 감지 소자를 지나 회전함에 따라 이들을 감지할 수 있다. 이러한 구성에서, 휠 속도 센서(103)는 광 감지 소자 또는 자기 감지 소자를 사용할 수 있다. 휠 속도 센서(103)는 회전 방향, 센서 상태 및 에어 갭 조건과 같은 정보를 ECU(107)에 제공할 수 있다. 휠 속도 센서(103)는 디지털화될 수 있고, 예를 들면 펄스 폭 변조 또는 VDA(Verband der Automobilindustrie) 프로토콜들을 포함하는 여러 프로토콜들로 동작할 수 있다. 일부 실시예들에서, 휠 속도 센서(103)로부터 ECU(107)로의 신호는 휠 속도 센서(103) 내에 또는 그와 인접하게 위치한 주문형 집적 회로(ASIC)에 의해 처리된다. 이러한 구성에서, 휠 속도 센서(103)로부터의 신호는 ECU(107)로 전송되기 전에 디지털화된다.

[0013] 일부 구성들에서, 브레이크 패드 마모 센서(105)는 와이어, 저항기, 및 도전성 펀치 그리드(conductive punch grid)를 포함한다. 브레이크 패드 마모 센서(105)는 브레이크 패드 상태를 검출하고 브레이크 패드와 함께 마모 되도록 설계될 수 있다. 예를 들면, 브레이크 패드 마모 센서(105)는 브레이크 패드에 임베딩되거나 브레이크 패드의 백킹 플레이트(backing plate) 상에 고정되는(clipping) 마모성 부품(예를 들면, 마모성 와이어 루프)을 포함할 수 있다. 이때 상기 마모성 부품은 상기 ECU(107)에 전기적으로 연결된다. 브레이크 패드가 일정한 두께에 도달하면, 마모성 부품이 브레이크 패드와 함께 마모되어 브레이크 패드 마모 센서에서 저항 변화가 발생한다. ECU(107)는 저항의 변화를 검출하여 브레이크 패드가 마모성 부품의 위치까지 마모되었다고 판정한다.

[0014] 브레이크 패드 마모 센서(105)는 단일 스테이지 마모 검출을 위한 마모성 부품을 포함하는 와이어 루프 또는 멀티-스테이지 마모 검출을 위한 다중 마모성 부품들을 포함하는 다중 루프들을 포함할 수 있다. 단일 스테이지 구조는 브레이크 패드들의 마모에 대한 단일 스테이지를 나타낸다. 브레이크 패드의 제 1 미리 결정된 두께에 도달하면, 마모성 부품은 제동 마찰(braking friction)에 노출된다. 시간이 지남에 따라, 마모성 부품은 제동 마찰에 의해 마모되어 개방 상태에 놓이게 된다(worn open). 마모되어 개방 상태에 놓이게 되면, 브레이크 패드 마모 센서(105)의 저항이 변경되고 저항의 변화가 ECU(107)에 의해 검출된다. 멀티-스테이지 구조에서, 브레이크 패드의 마모에 대한 멀티 스테이지들이 발생하고, 각각의 스테이지는 미리 결정된 브레이크 패드 두께를 나타낸다. 제 2 미리 결정된 두께가 도달되면, 제 2 스테이지 루프가 제동 마찰에 노출된다. 제 2 스테이지가 마모되어 개방 상태에 놓이게 되면, 저항의 또 다른 변화가 ECU(107)에 의해 검출된다. 단일 스테이지 또는 멀티

스테이지 구조에서, ECU(107)는 브레이크 패드의 마모에 대한 제 1 및/또는 제 2 스테이지를 나타내는 신호를 인디케이터(예를 들면, 빛, 소리 또는 햅틱 피드백)를 통해 차량(101)의 오퍼레이터에게 전송할 수 있다. 상기 인디케이터는 ECU(107)에 의해 검출되는 마모 스테이지에 따라 다른 유형이될 수 있다.

[0015] 도 2는 ECU(107) 및 연관된 전기적 연결들을 나타낸다. ECU(107)는 본 명세서에 설명된 방법을 수행하기 위한 소프트웨어 명령들을 실행하기 위한 자동차 전자 제어 유닛에 통합된 하드웨어 기반 제어 회로를 지칭한다는 것을 유의해야한다. 예를 들면, ECU(107)는 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러 또는 다른 컴퓨팅 디바이스를 포함할 수 있다. ECU(107)는 하나 이상의 전자 제어 유닛들, 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하는 하나 이상의 메모리 모듈들, 하나 이상의 입력/출력 인터페이스들, 및 구성요소들을 연결하는 다양한 접속부(예를 들면, 시스템 버스)를 포함할 수 있다.

[0016] 도시된 예에서, ECU(107)는 전자 프로세서(201)(예를 들면, 프로그램가능한 마이크로프로세서, 마이크로제어기 또는 다른 컴퓨팅 디바이스), 전원 모듈(203), 비-일시적 기계-판독가능한 메모리(205) 및 통신 인터페이스(207)를 포함한다. 전자 프로세서(201)는 메모리(205)에 통신가능하게 연결되고, 메모리(205)로부터 검색하고, 무엇보다도 본 명세서에서 설명된 제어 프로세스들 및 방법들과 관련된 명령을 실행하도록 구성된다. 다른 실시예들에서, ECU(107)는 추가의, 더 적은, 또는 상이한 구성요소들을 포함한다.

[0017] ECU(107)는 전기 접속부(electrical junction)(209)를 통해 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)에 전기적으로 연결된다. 전기 접속부(209)는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)와의 플러그인 호환성(plugin compatibility)을 가능하게 하는 다양한 유형들의 배선 접속부 및/또는 와이어링 하니스를 포함할 수 있다. 몇몇 구성에서, 전기적 접속부(209)는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)에 아주 인접하게 위치된다. 이러한 구성에서, 오퍼레이터는 차량(101)의 휠 웰(wheel well)로부터 전기 접속부(209)에 액세스할 수 있다.

[0018] 통신 인터페이스(207)는 ECU(107)와 차량(101)의 다른 전기 시스템들 사이의 통신 링크를 제공한다. 예를 들면, 통신 인터페이스(207)는 안티록(antilock) 브레이크 시스템 제어 유닛 또는 전자 안정 제어 유닛(도시되지 않음)과 통신할 수 있다. 통신 인터페이스(207)는 차량 통신 버스를 통해 차량(101)의 다른 전기 시스템들과 통신할 수 있다. 이러한 예에서, 통신 인터페이스(207)는 차량 통신 버스로부터 신호들의 송신 및 수신을 제어한다. 통신 인터페이스(207)는 제어기 영역 네트워크(CAN) 프로토콜 또는 J1939와 같은 프로토콜을 사용하여 통신할 수 있다. 다른 예들에서, 통신 인터페이스(207)는 특정 애플리케이션의 요구에 따라 외부 모듈 및 제어 유닛들과 통신한다. 일부 실시예들에서, 통신 인터페이스(207)는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)로부터의 정보를 다른 자동차 제어 유닛들로 전송한다.

[0019] 도 3 내지 도 7에 도시된 구성들에서, 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)는 ECU(107)와의 2-와이어 전기 접속으로 통합된다. 이러한 구성들에서, 휠 속도 센서(103)로부터의 신호 및 브레이크 패드 마모 센서(105)의 상태(state)를 나타내는 조건(condition)은 ECU(107) 내의 상이한 주문형 집적 회로(ASIC)에 의해 판독되거나 모니터링될 수 있다. 대안적으로, 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)는 둘 이상의 ECU에 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 휠 속도 센서(103)의 전력 라인(303)이 ECU(107)에 의해 조정되기 때문에, 휠 속도 센서(103)의 전력 라인(303) 상의 외부 전기적 교란은 최소화된다. 결과적으로, 브레이크 패드 마모 센서(105)에 의해 발생된 간섭은 휠 속도 센서(103)의 신호 라인(301)과 간섭하지 않는다. 공통 전기 경로와 통합된 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(105)의 다양한 구성들이 하기 실시예들에서 설명된다.

[0020] 도 3은 단일 스테이지 구성의 실시예를 도시한다. 단일 스테이지 구성은 ECU(107) 및 휠 속도 센서(103)를 포함한다. 이 구성은 또한 신호 라인(301), 전력 라인(303), 브레이크 패드 마모 센서(305), 접지 단자(307), 전기 접속부(309), 및 부하 저항(311)(예를 들면, 부하 저항기)을 포함한다. ECU(107)는 신호 라인(301)을 통해 휠 속도 센서(103)에 통신가능하게 연결되고, 전력 라인(303)을 통해 브레이크 패드 마모 센서(305)에 통신가능하게 연결된다. 일부 실시예들에서, 신호 라인(301)과 전력 라인(303)은 ECU(107)와 전기 접속부(309) 사이에 연결된 유일한 배선들을 구성한다. 전력 라인(303)은 ECU(107)에 연결된 제 1 말단부, 휠 속도 센서(103)에 연결된 제 2 말단부, 및 브레이크 패드 마모 센서(305)에 연결된 제 3 말단부를 갖는다. 전기 접속부(309)는 신호 라인(301) 상에서 휠 속도 센서(103)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결되고, 또한 휠 속도 센서(103)와 브레이크 패드 마모 센서(305)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결된다. 부하 저항(311)은 전기 접속부(309) 내에 또는 그와 인접하게 위치될 수 있다. 또한, 부하 저항(311)은 전력 라인(303)과 브레이크 패드 마모 센서(305) 사이에 전기적으로 연결된다. 브레이크 패드 마모 센서(305)는 제 1 말단부 및 제 2 말단부를 포함하는 마모성

와이어 루프(abradable wire loop)(321)를 포함한다. 제 1 말단부는 부하 저항(311)에 전기적으로 연결될 수 있고, 제 2 말단부는 접지에 전기적으로 연결될 수 있다. 마모성 와이어 루프(321)는 브레이크 패드를 통과하며 스위치로서 작용한다. 예를 들면, 마모성 와이어 루프(321)는 통상 폐쇄 상태(예를 들면, 브레이크 패드가 마모되지 않았을 때)이다. 하지만, 브레이크 패드가 미리 결정된 두께(331)로 마모되면, 마모성 와이어 루프(321)는 지면과의 전기 접촉을 개방한다(즉, 개방 회로를 야기한다).

[0021] 상기 구성에 있어서, ECU(107)는 전력 라인(303)에 정전압 또는 정전류를 공급한다. 마모성 와이어 루프(321)가 마모되어 개방 상태에 놓이면(worn open), 마모성 와이어 루프(321)는 전력 라인(303)과 접지 단자(307) 사이의 접촉을 전기적으로 단절한다. 상기 마모성 와이어 루프(321)가 마모되어 개방될 때 부하 저항(311)이 회로로부터 제거되기 때문에, 전력 라인(303) 상의 전류 및/또는 전압은 영향을 받게 된다. ECU(107)는 공급된 전력(예를 들면, 전력 라인(303) 상의 전류 및/또는 전압)의 변화를 통해 부하의 변화를 검출한다. ECU(107)는 브레이크 패드 마모 인디케이터를 활성화시키거나 브레이크 패드의 유효 수명 값을 추정할 수 있다.

[0022] 도 4는 멀티-스테이지 구성의 실시예를 도시한다. 멀티-스테이지 구성은 ECU(107), 휠 속도 센서(103), 및 복수의 저항들(예를 들면, 저항기들)을 포함한다. 이 구성은 또한 신호 라인(401), 전력 라인(403), 브레이크 패드 마모 센서(405), 접지 단자(407), 전기 접속부(409), 부하 저항(411), 제 1 스테이지 저항(413), 및 제 2 스테이지 저항(415)을 포함한다. 브레이크 패드 마모 센서(405)는 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431)와 연관된 제 1 스테이지 접속부(421) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433)와 연관된 제 2 스테이지 접속부(423)를 포함한다. ECU(107)는 신호 라인(401)을 통해 휠 속도 센서(103)에 통신가능하게 연결되고, 전력 라인(403)을 통해 브레이크 패드 마모 센서(405)에 통신가능하게 연결된다. ECU(107)는 또한 전력 라인(403)을 통해 휠 속도 센서(103)에 전기적으로 연결된다. 전기 접속부(409)는 신호 라인(401) 상에서 휠 속도 센서(103)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결되고, 또한 휠 속도 센서(103)와 브레이크 패드 마모 센서(405)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결된다. 부하 저항(411), 제 1 스테이지 저항(413), 및 제 2 스테이지 저항(415)은 전기 접속부(409) 내에 또는 근방에 위치될 수 있다. 또한, 부하 저항(411)은 전력 라인(403)과 제 1 스테이지 접속부(421) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 1 스테이지 저항(413)은 부하 저항(411)과 제 2 스테이지 접속부(423) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 2 스테이지 저항(415)은 제 1 스테이지 저항(413)과 접지 단자(407) 사이에 전기적으로 연결된다. 또한, 제 1 스테이지 저항(413)은 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431)와 병렬로 연결되고, 마찬가지로 제 2 스테이지 저항(415)은 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433)와 병렬로 연결된다.

[0023] 도 5는 멀티-스테이지 구성의 다른 실시예를 도시한다. 도 5의 멀티-스테이지 구성은 도 4의 멀티-스테이지 구성과 유사하며, 동일한 방식으로 동작할 수 있다. 도 5의 멀티-스테이지 구성은 ECU(107) 및 휠 속도 센서(103)를 포함한다. 이 구성은 또한 신호 라인(501), 전력 라인(503), 브레이크 패드 마모 센서(505), 접지 단자(507), 전기 접속부(509), 부하 저항(511), 제 1 스테이지 저항(513), 및 제 2 스테이지 저항(515)을 포함한다. 브레이크 패드 마모 센서(505)는 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(531)와 연관된 제 1 스테이지 접속부(521) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(533)와 관련된 제 2 스테이지 접속부(523)를 포함한다. ECU(107)는 신호 라인(501)을 통해 휠 속도 센서(103)에 통신가능하게 연결되고, 전력 라인(503)을 통해 브레이크 패드 마모 센서(505)에 통신가능하게 연결된다. ECU(107)는 또한 전력 라인(503)을 통해 휠 속도 센서(103)에 전기적으로 연결된다. 전기 접속부(509)는 신호 라인(501) 상에서 휠 속도 센서(103)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결되고, 또한 휠 속도 센서(103)와 브레이크 패드 마모 센서(505)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결된다.

[0024] 부하 저항(511)은 전기 접속부(509) 내에 또는 그와 인접하게 위치된다. 제 1 스테이지 저항(513) 및 제 2 스테이지 저항(515)은 휠 속도 센서(103) 내에 또는 그와 인접하게 위치될 수 있다. 부하 저항(511)은 전력 라인(503)과 제 1 스테이지 접속부(521) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 1 스테이지 저항(513)은 부하 저항(511)과 제 2 스테이지 접속부(523) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 2 스테이지 저항(515)은 제 1 스테이지 저항(513)과 접지 단자(507) 사이에 전기적으로 연결된다. 또한, 제 1 스테이지 저항(513)은 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(531)와 병렬로 연결되고, 마찬가지로, 제 2 스테이지 저항(515)은 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(533)와 병렬로 연결된다.

[0025] 도 6은 멀티-스테이지 구성의 또 다른 실시예를 도시한다. 도 6의 멀티-스테이지 구성은, 도 5의 멀티-스테이지 구성과 유사하며, 동일한 방식으로 동작할 수 있다. 도 6의 멀티-스테이지 구성은 ECU(107) 및 휠 속도 센서(103)를 포함한다. 이 구성은 또한 신호 라인(601), 전력 라인(603), 브레이크 패드 마모 센서(605), 접지 단자(607), 전기 접속부(609), 부하 저항(611), 제 1 스테이지 저항(613), 및 제 2 스테이지 저항(615)(예를 들면, 부하 저항기들)을 포함한다. 브레이크 패드 마모 센서(605)는 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(631)와 연관

된 제 1 스테이지 접속부(621) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(633)와 연관된 제 2 스테이지 접속부(623)를 포함한다. ECU(107)는 신호 라인(601)을 통해 휠 속도 센서(103)에 통신가능하게 연결되고, 전력 라인(603)을 통해 브레이크 패드 마모 센서(605)에 통신가능하게 연결된다. ECU(107)는 또한 전력 라인(603)을 통해 휠 속도 센서(103)에 전기적으로 연결된다. 전기 접속부(609)는 신호 라인(601) 상에서 휠 속도 센서(103)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결되고, 또한 휠 속도 센서(103)와 브레이크 패드 마모 센서(605)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결된다.

[0026] 부하 저항(611)은 전기 접속부(609) 내에 또는 그와 인접하게 위치된다. 제 1 스테이지 저항(613) 및 제 2 스테이지 저항(615)은 휠 속도 센서(103) 내에 또는 그와 인접하게 위치될 수 있다. 부하 저항(611)은 전력 라인(603)과 제 1 스테이지 접속부(621) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 1 스테이지 저항(613)은 부하 저항(611)과 제 2 스테이지 접속부(623) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 2 스테이지 저항(615)은 제 1 스테이지 저항(613)과 접지 단자(607) 사이에 전기적으로 연결된다. 또한, 제 1 스테이지 저항(513)은 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(631)와 병렬로 연결되고, 마찬가지로, 제 2 스테이지 저항(615)은 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(633)와 병렬로 연결된다. 접지 단자(607)는 브레이크 패드 마모 센서(605)에 인접한 차량(101)의 접지된 위치에 연결된다. 결과적으로, 전기적 접속부(609)를 통해 ECU(107)로 연장되는 접지 와이어는 필요하지 않다.

[0027] 도 7은 멀티-스테이지 구성의 또 다른 실시예를 도시한다. 도 7의 멀티-스테이지 구성은 도 4의 멀티-스테이지 구성과 유사하며, 동일한 방식으로 동작할 수 있다. 이 구성에서, 접지는 ECU(107)에 위치한다. 도 7의 멀티-스테이지 구성은 ECU(107) 및 휠 속도 센서(103)를 포함한다. 이 구성은 또한 신호 라인(701), 전력 라인(703), 브레이크 패드 마모 센서(705), 접지 단자(707), 전기 접속부(709), 부하 저항(711), 제 1 스테이지 저항(713), 및 제 2 스테이지 저항(715)을 포함한다. 브레이크 패드 마모 센서(605)는 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(731)와 연관된 제 1 스테이지 접속부(721) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(733)와 연관된 제 2 스테이지 접속부(723)를 포함한다. ECU(107)는 신호 라인(701)을 통해 휠 속도 센서(103)에 통신가능하게 연결되고, 전력 라인(703)을 통해 브레이크 패드 마모 센서(705)에 통신가능하게 연결된다. ECU(107)는 또한 전력 라인(703)을 통해 휠 속도 센서(103)에 전기적으로 연결된다. 전기 접속부(709)는 신호 라인(701) 상에서 휠 속도 센서(103)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결되고, 또한 휠 속도 센서(103)와 브레이크 패드 마모 센서(705)와 ECU(107) 사이에 전기적으로 연결된다.

[0028] 부하 저항(711)은 전기 접속부(709) 내에 또는 그와 인접하게 위치된다. 제 1 스테이지 저항(713) 및 제 2 스테이지 저항(715)은 휠 속도 센서(103) 내에 또는 그와 인접하게 위치될 수 있다. 부하 저항(711)은 전력 라인(703)과 제 1 스테이지 접속부(721) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 1 스테이지 저항(713)은 부하 저항(711)과 제 2 스테이지 접속부(723) 사이에 전기적으로 연결된다. 제 2 스테이지 저항(715)은 제 1 스테이지 저항(713)과 접지 단자(707) 사이에 전기적으로 연결된다. 또한, 제 1 스테이지 저항(513)은 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(731)와 병렬로 연결되고, 마찬가지로, 제 2 스테이지 저항(715)은 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(733)와 병렬로 연결된다. 접지 단자(707)는 ECU(107)에 위치된다. 이러한 방식으로, ECU(107)는 접지 접속을 제공한다. 결과적으로, 추가의 와이어가 전기 접속부(709)를 통과하여 접지 접속을 제공한다.

[0029] 도 4 내지 도 7에 도시된 회로들 각각에 대해, 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431, 531, 631 및 731) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433, 533, 633 및 733)는 브레이크 패드의 상이한 부분들을 통과하고, 각각은 일회성 스위치의 역할을 한다. 예를 들면, 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431, 531, 631 및 731) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433, 533, 633 및 733)는 정상적으로는 폐쇄된다(예를 들면, 브레이크 패드가 마모되지 않았을 때). 하지만, 브레이크 패드가 제 1 미리 결정된 두께에 도달하면, 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431, 531, 631 및 731)가 개방되어 제 2 스테이지 접속부(423, 523, 623 및 723)로부터 제 1 스테이지 접속부(421, 521, 621 및 721)를 단절한다. 결과적으로, 전원 라인(403, 503, 603 및 703)으로부터의 전류가 제 1 스테이지 저항(413, 513, 613 및 713)을 통과한다. 유사하게, 브레이크 패드가 제 2 미리 결정된 두께에 도달하면, 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433, 533, 633 및 733)가 개방되어, 제 2 스테이지 접속부(423, 523, 623 및 723)를 접지 단자(407, 507, 607 및 707)와 단절시킨다. 결과적으로, 전력 라인(403, 503, 603 및 703)으로부터의 전류가 또한 제 2 스테이지 저항(415, 515, 615 및 715)을 통과한다. 그러므로, 전력 라인(403, 503, 603 및 703)을 통해 ECU(107)에 의해 나타난 전체 저항은 브레이크 패드가 마모됨에 따라 변하게 된다. 특히, 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431, 531, 631 및 731) 및 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433, 533, 633 및 733) 각각이 각각의 미리 결정된 브레이크 패드 두께에서 마모로 인하여 개방될 때, 전력 라인(403, 503, 603 및 703)을 통해 ECU(107)에 의해 나타나는 저항은 증가한다.

[0030] 도 8은 도 3에 도시된 회로들의 동작 방법을 도시한다. ECU(107)는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모

센서(305) 양쪽 모두에 공통인 전력 라인(303) 상에 전력을 제공한다(단계 801). 전력을 제공하는 단계는 정전류원에 모니터링된 전압을 제공하거나 또는 정전압원에 모니터링된 전류를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. ECU(107)는 모니터링된 전류 및/또는 전압을 통해 부하의 변화에 대해 전력 라인(303)을 모니터링한다(단계 803). ECU(107)는 부하의 변화를 검출한다. ECU(107)는 전력 라인(303)의 전력 소비(power draw)가 제 1 임계값 미만인지 여부를 판정한다(단계 805). 전력 소비가 제 1 임계값 미만인 경우, ECU(107)는 브레이크 패드가 마모의 제 1 스테이지에 있다고 결정한다(단계 807). 브레이크 패드가 마모의 제 1 스테이지에 있을 때, ECU(107)는 브레이크 패드 마모 인디케이터를 활성화시킨다(단계 809). 전력 소비가 제 1 임계값보다 큰 경우, ECU(107)는 브레이크 패드가 마모되지 않았다고 판정한다(단계 811).

[0031] 마찬가지로, 도 9는 도 4 내지 도 7에 도시된 회로들의 동작 방법을 도시한다. ECU(107)는 휠 속도 센서(103) 및 브레이크 패드 마모 센서(405, 505, 605 및 705) 양쪽 모두에 공통인 전력 라인(403, 503, 603 및 703) 상에 전력을 제공한다(단계 901). 전력을 제공하는 단계는 정전류원에 모니터링된 전압을 제공하거나 정전압원에 모니터링된 전류를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. ECU(107)는 상기 모니터링된 전류 및/또는 전압을 통해 부하의 변화에 대해 전력 라인(403, 503, 603 및 703)을 모니터링한다(단계 903). ECU(107)는 부하의 변화를 검출한다. ECU(107)는 전력 라인(403, 503, 603 및 703) 상의 전력 소비가 제 1 임계값 미만인지 여부를 판정한다(단계 905). 상기 전력 소비가 제 1 임계값 미만이면, ECU(107)는 브레이크 패드가 마모의 제 1 스테이지에 있다고 결정한다(단계 907). 브레이크 패드가 마모의 제 1 스테이지에 있을 때, ECU(107)는 브레이크 패드 마모 인디케이터를 활성화시킨다(단계 909). 상기 전력 소비가 제 1 임계값보다 크다면, ECU(107)는 상기 전력 소비가 제 2 임계값보다 작은지를 판정한다(단계 911). 상기 전력 소비가 제 2 임계값 미만인 경우, ECU(107)는 브레이크 패드가 마모의 제 2 스테이지에 있다고 결정한다(단계 913). 브레이크 패드가 마모의 제 2 스테이지에 있을 때, ECU(107)는 브레이크 패드 마모 인디케이트를 활성화시킨다(단계 915). 역으로, 상기 전력 소비가 제 2 임계값보다 작지 않다면, ECU(107)는 브레이크 패드가 마모되지 않았다고 결정한다(단계 917). ECU(107)는 마모의 제 1 스테이지 또는 마모의 제 2 스테이지에 결정에 대한 다양한 동작들을 수행할 수 있다. 예를 들면, ECU(107)는 마모의 어떤 스테이지가 결정되는지에 따라 상이한 마모 인디케이터를 활성화시킬 수 있다. 또한, ECU(107)는 통신 인터페이스(207)를 통해 차량(101) 내의 다른 제어 유닛들에 마모 표시를 출력할 수 있다.

[0032] 추가적인 예로서, 일부 실시예들에서, ECU(107)는 전력 라인(303, 403, 503, 603 및 703) 상의 전류 소비를 모니터링하고, 전류 소비에 기초하여 브레이크 패드들의 마모 레벨을 결정한다. 또한, ECU(107)는 ECU(107)의 전력 단자 상의 공급 전압 레벨을 모니터링한다. 공급 전압 레벨과 전류 소비를 사용하여, ECU(107)는 저항 변화로 인한 전류량의 변화와 공급 전압의 노이즈 또는 중단(disruption)에 기인한 전류량의 변화 사이를 구별한다.

[0033] ECU(107)에 의한 전류 모니터링의 타이밍 및 빈도는 ECU(107)에서 구성되고 조정될 수 있다. 예를 들면, ECU(107)는 다양한 증분, 예를 들면 점화 사이클 당 1 회, 1000 마일 당 1 회 또는 매 10 초마다 전력 라인(303, 403, 503, 603 및 703) 상의 전류를 모니터링하도록 구성될 수 있다. 전류 모니터링은 또한 저속으로 제동한 후와 같이 이벤트-트리거될(event-triggered) 수 있다. 제동(braking)은 브레이크 패드의 표면을 깨끗하게 할 수 있다. 결과적으로, 브레이크 패드 상의 솔트 브리지(salt bridge)들과 같은 오염에 의해 야기된 결함 또는 간헐적 접촉들을 줄이기 위해 제동 후 전류 모니터링이 트리거될 수 있다.

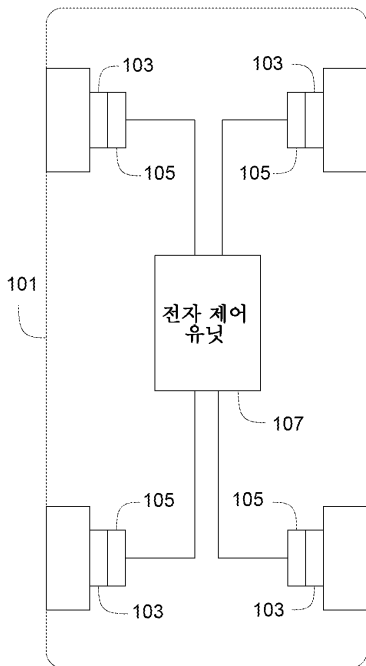
[0034] 부하 저항(311, 411, 511, 611 및 711), 제 1 스테이지 저항(413, 513, 613 및 713), 및 제 2 스테이지 저항(415, 515, 615 및 715)은 예를 들면 전력 라인(303, 403, 503, 603 및 703)이 분할되는 곳에 인접한 전기 접속부(309, 409, 509, 609 및 709)와 같은 다른 위치들에 배치될 수 있다. 이들은 또한 브레이크 패드 마모 센서(305, 405, 505, 605 및 705)의 커넥터, 제 1 스테이지의 마모성 와이어 루프(431, 531, 631 및 731), 또는 제 2 스테이지의 마모성 와이어 루프(433, 533, 633 및 733) 내에 위치될 수 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 접지 단자(307, 407, 507, 607, 707)는 외부 접지에 또는 ECU(107) 내 안전한 저 저항 접지에 영구적으로 연결된다. 접지 경로는 와이어 하니스 또는 다른 접속을 통해 연결될 수 있다.

[0035] 전술한 시스템들 및 방법들은 또한 브레이크 패드 마모 센서(305, 405, 505, 605 및 705)를 위한 비-마모성 센서 헤드를 갖는 시스템에도 적용 가능하다. 예를 들면, 기계적, 자기적, 용량적 또는 유도적 스위치를 포함하는 상이한 기술을 사용하는 스위치가 사용될 수 있다. 스위치들의 접합은 브레이크 패드 배킹 플레이트(brake pad backing plate), 움직이는 캘리퍼(moving caliper), 또는 피스톤과 기준 위치 사이의 변위에 의해 실현될 수 있다. 기준 위치는 브레이크 캘리퍼 또는 다른 고정된 위치에 규정될 수 있다.

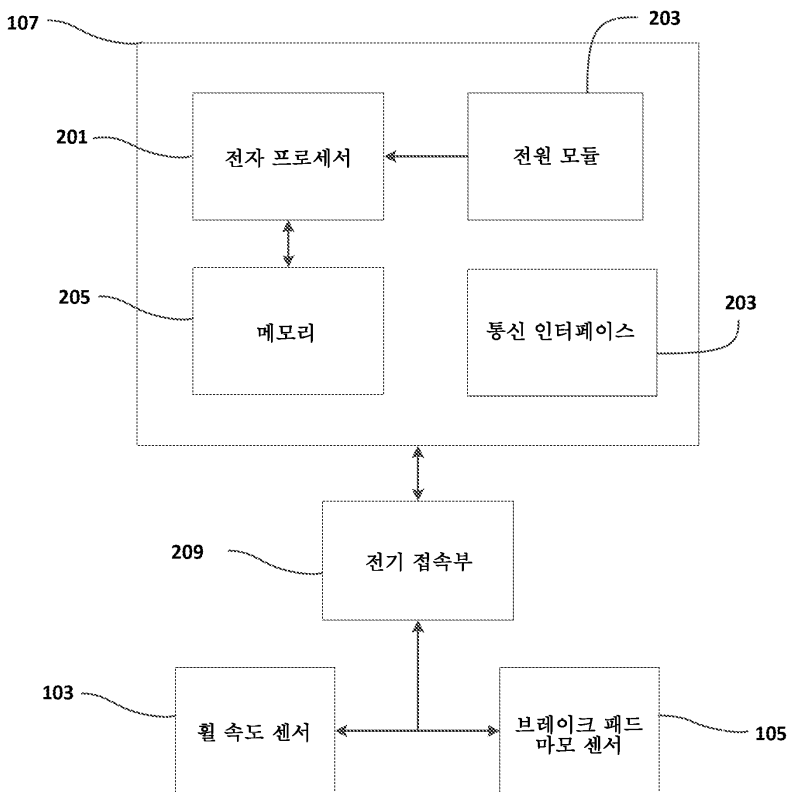
[0036] 따라서, 본 발명은 무엇보다도, 휠 속도 센서 및 브레이크 패드 마모 센서의 부분들의 통합된 라우팅을 제공한다.

도면

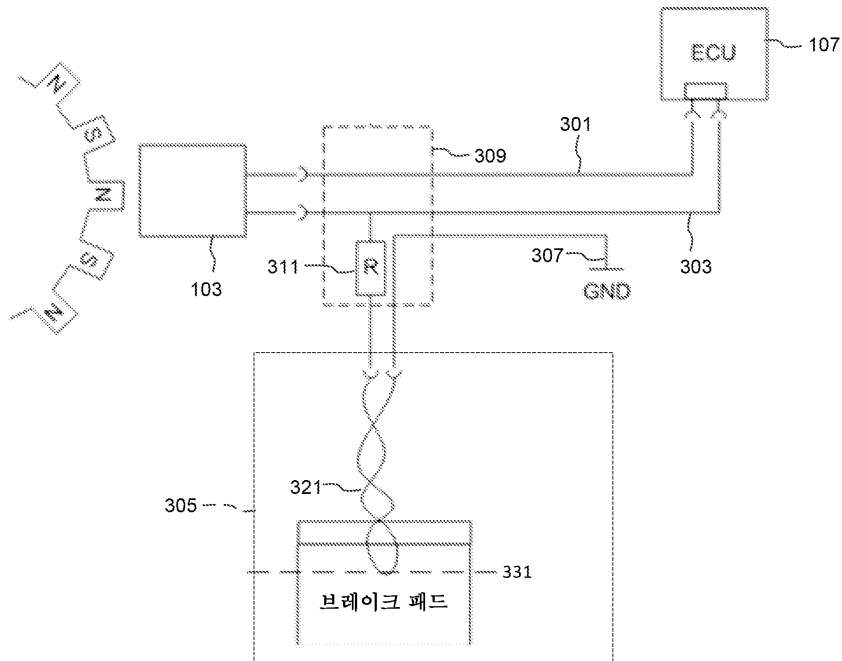
도면1



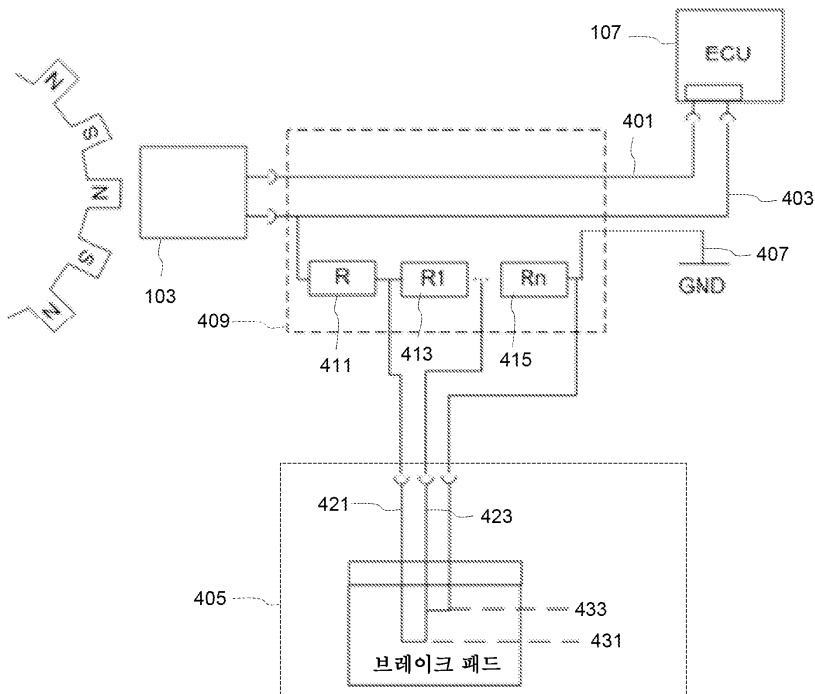
도면2



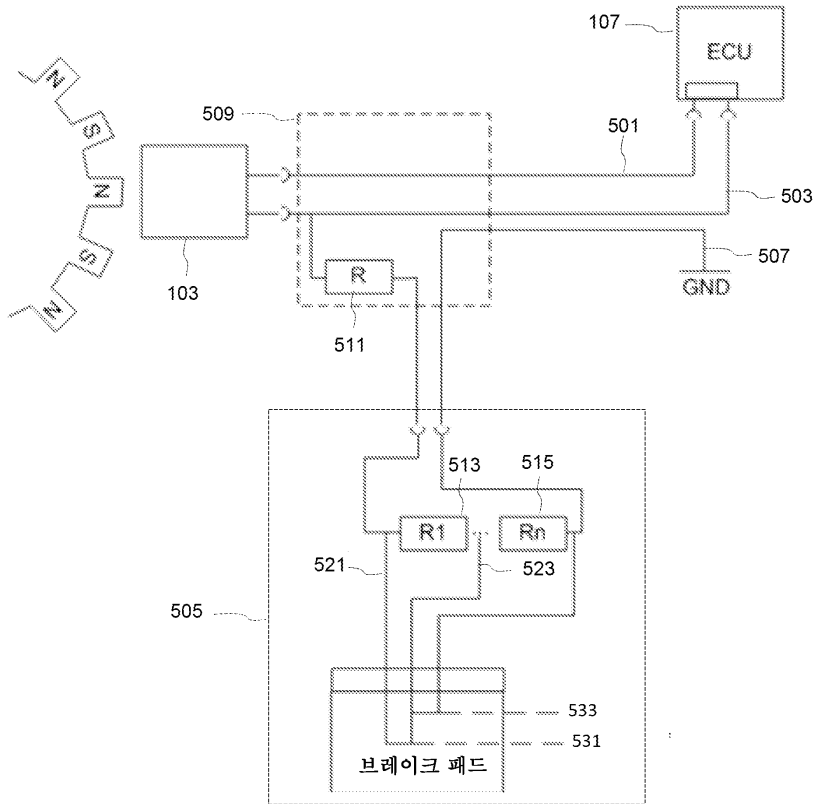
도면3



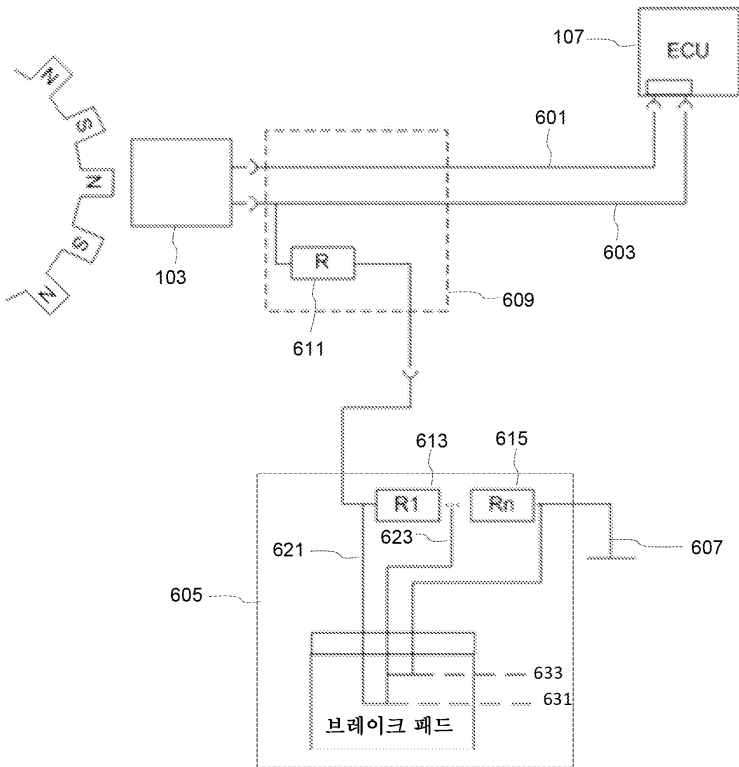
도면4



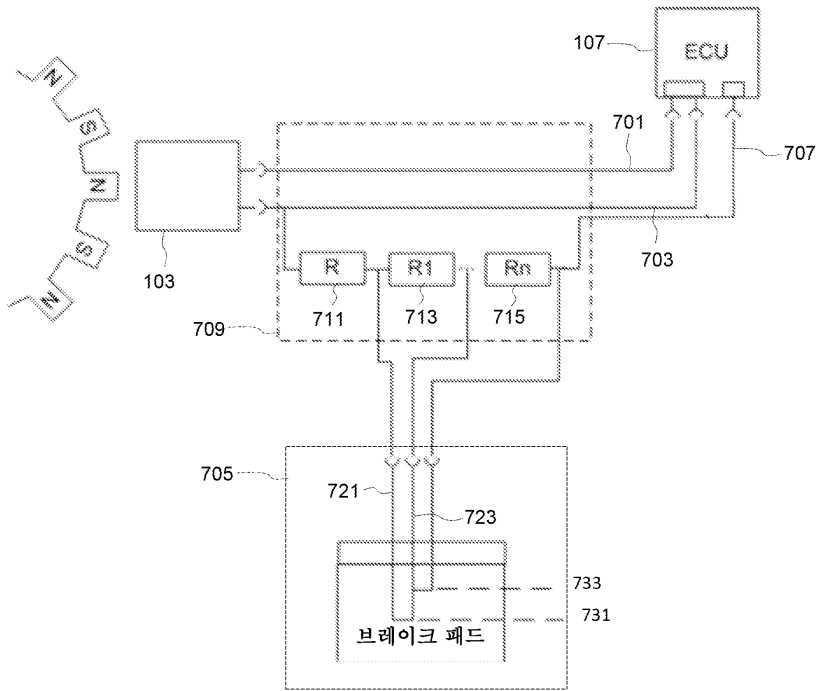
도면5



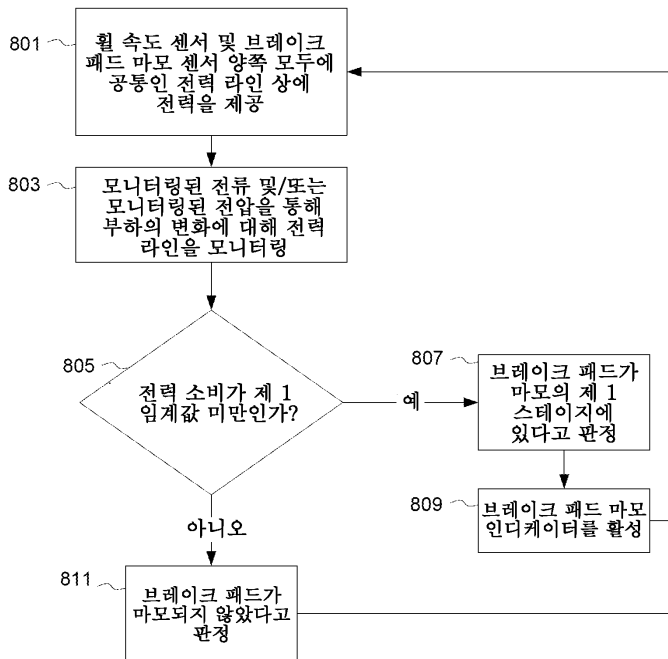
도면6



도면7



도면8



도면9

