



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082910
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60B 27/00 (2006.01) GO1M 13/04 (2019.01)
(52) CPC특허분류
B60B 27/0063 (2013.01)
B60B 27/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0173948
(22) 출원일자 2018년12월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 일진글로벌
서울특별시 강남구 삼성로 527 (삼성동, 일진빌딩)
(72) 발명자
임종근
서울특별시 강남구 삼성로 527(삼성동)
박대웅
서울특별시 강남구 삼성로 527(삼성동)
(74) 대리인
모아특허법인

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **고장 진단 장치 및 이러한 고장 진단 장치를 구비하는 차량용 휠베어링**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 휠베어링에 장착되어 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 고장 진단 장치가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치는 휠베어링의 작동 상태를 검출하는 검출부와, 검출부에서 검출된 신호 정보를 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 진단부를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출부는 휠베어링의 가속도 정보를 수집하는 가속도 센서를 포함하고, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호 정보를 주파수 분석해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하도록 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호 정보를 분석해 이벤트 발생 정보를 수집하도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도7

No	이벤트 발생 시점 (시간)	발생 시점 진폭 Peak(G)	진폭 RMS (G)			판단
			前	後	ΔG	
1	YYYY.MM.DD HH.MM.SS	0.5	0.1	0.15	0.05	이상 무
2	YYYY.MM.DD HH.MM.SS	0.6	0.1	0.3	0.2	이벤트 발생
•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	
∞	YYYY.MM.DD HH.MM.SS	•	•	•	•	

(52) CPC특허분류
G01M 13/045 (2019.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	P0000519
부처명	중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원
연구관리전문기관	충북지역 사업평가단
연구사업명	지역특화산업육성사업
연구과제명	3세대 휠베어링 내장형 가속도 센서 모듈 개발
기여율	1/1
주관기관	(주)일진글로벌
연구기간	2017.11.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

휠베어링에 장착되어 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 고장 진단 장치(60)이며,
 휠베어링의 작동 상태를 검출하는 검출부(70)와,
 상기 검출부(70)에서 검출된 신호 정보를 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 진단부(80)를 포함하고,
 상기 검출부(70)는 휠베어링의 가속도 정보를 수집하는 가속도 센서(72)를 포함하고,
 상기 진단부(80)는 가속도 센서(72)로부터 수집된 가속도 신호 정보를 주파수 분석해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하도록 구성되고,
 상기 진단부(80)는 가속도 센서(72)로부터 수집된 가속도 신호 정보를 분석해 이벤트 발생 정보를 수집하도록 구성되는,
 고장 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 진단부(80)는 가속도 센서(72)로부터 수집된 신호의 주파수 스펙트럼에서 상하방향 가속도의 진폭 피크값이 미리 설정된 범위를 벗어나는 경우 이벤트가 발생한 것으로 인지해 이벤트 정보를 수집하도록 구성되는,
 고장 진단 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 진단부(80)는 가속도 센서(72)로부터 수집된 신호의 주파수 스펙트럼에서 상하방향 가속도의 진폭 피크값이 0.5G 이상인 경우 이벤트가 발생한 것으로 인지해 이벤트 정보를 수집하도록 구성되는,
 고장 진단 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,
 이벤트 발생이 인지된 경우 이벤트 정보가 후행 차량에 전달되어 노면의 이상 정보를 후행 차량에 제공하도록 구성되는,
 고장 진단 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,
 이벤트 발생이 인지된 경우 이벤트 정보와 함께 이벤트 발생 시점 전후의 주파수 정보도 함께 수집되는,
 고장 진단 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
 휠베어링에 고장 또는 이상 작동이 발생한 것으로 판단된 경우, 이벤트 발생 시점 전후의 진폭의 RMS(Root Mean

Square) 신호 차이가 미리 설정된 기준치를 초과하면 휠베어링의 고장 또는 이상 작동이 이벤트 발생에 의한 것으로 판단하는,

고장 진단 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

이벤트 발생 시점 전후의 진폭의 RMS(Root Mean Square) 신호 차이가 2배를 초과하는 경우 휠베어링의 고장 또는 이상 작동이 이벤트 발생에 의한 것으로 판단하는,

고장 진단 장치.

청구항 8

제6항에 있어서

상기 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부의 진단은 가속도 센서(72)로부터 수집된 가속도 신호 정보와 이러한 가속도 신호 정보로부터 산출된 속도 정보에 기초해 수행되는,

고장 진단 장치.

청구항 9

제8항에 있어서

휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는데 이용되는 속도 정보는 가속도 센서(72)에서 수집된 가속도 신호 정보를 제곱 평균 제곱근(RMS; root mean square) 처리한 다음, RMS 피크값을 갖는 주파수를 휠베어링의 회전 주파수로 간주해 산출되는,

고장 진단 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 가속도 센서(72)는 휠베어링의 외륜에 장착되어 이용되는,

고장 진단 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 검출부(70)에는 휠베어링 내부의 온도를 측정하는 온도 센서(74)가 더 구비되는,

고장 진단 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 진단부(80)는 가속도 센서(72)로부터 수집된 가속도 신호 정보와 온도 센서(74)로부터 수집된 온도 정보를 함께 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하도록 구성되는,

고장 진단 장치.

청구항 13

차량의 차륜을 차체에 회전 가능하게 장착하여 지지하는 차량용 휠베어링(10)이며,

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 고장 진단 장치를 구비하는,

차량용 휠베어링.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 고장 진단 장치 및 이러한 고장 진단 장치를 구비하는 차량용 휠베어링에 관한 것으로, 보다 상세하게는 가속도 센서를 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 신뢰성 있게 진단할 수 있도록 구성된 고장 진단 장치와 이를 구비하는 차량용 휠베어링에 관한 것이다.
- [0002] [본 발명은 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 지역특화산업육성사업(R&D, P0000519)으로 수행된 연구 결과입니다]

배경 기술

- [0003] 휠베어링은 차량의 차륜을 차체에 회전 가능하게 장착하여 지지하는 장치로, 차륜(wheel)이 장착되는 회전요소(휠허브)가 차체에 고정되는 비회전요소(외륜)에 전동체를 통해 연결되어 회전요소(휠허브)에 장착된 차륜을 차체에 회전 가능한 상태로 장착하여 지지하도록 구성된다.
- [0004] 그런데, 이러한 휠베어링은 차량의 주행 중에 반경방향 및 축방향으로 큰 하중과 모멘트가 인가되기 때문에 전동체를 지지하는 외륜이나 내륜에 박리(flaking) 등의 손상이 발생해 파손되는 일이 발생할 수 있고, 이러한 파손은 소음, 진동, 발열 등의 원인이 되거나 심할 경우에는 휠베어링이 소착되거나 구동축에서 분리되어 대형 사고로 이어질 위험이 있다.
- [0005] 과거에는 휠베어링 등의 샤프트부품에 부품의 작동 상태를 모니터링하는 진단기능이 구비되어 있지 않았기 때문에 운전자는 스스로 소음이나 진동을 감지해 휠베어링 등의 샤프트 부품의 이상을 직감적으로 판단해야 하였다.
- [0006] 그러나, 이러한 직감적인 판단은 운전자의 숙련도에 따라 판단 결과에 차이가 크고 판단 결과에 대한 신뢰성을 보장할 수 없어 정확한 이상 작동 여부를 진단을 수행하기 어려운 문제가 있다.
- [0007] 이러한 문제를 해소하기 위해, 최근에는 휠베어링 등에 센서를 부착해 휠베어링을 포함하는 샤프트부품의 작동 상태를 모니터링하는 기술이 제시되고 있다. 예컨대, 특허문헌 1을 참조하면 휠베어링이나 차체에 회전속도 센서 및 가속도 센서를 장착해 휠베어링 등의 고장을 진단하는 기술이 개시되어 있다.
- [0008] 구체적으로, 특허문헌 1에는 차량의 너클 등에 부착된 가속도 센서와 휠베어링에 부착된 회전속도 센서를 이용해 주행 중인 차량의 가속도 신호(진동 신호)와 속도 신호를 수집하고, 이를 기초로 휠베어링의 고장을 진단하는 기술이 개시되어 있다.
- [0009] 그러나, 이러한 종래의 고장 진단 기술은 고장 진단을 위해 가속도 센서로부터의 가속도 정보(진동 정보)와 회전속도 센서로부터의 속도 정보를 함께 요구하기 때문에 고장 진단을 위해서는 휠베어링이나 주변 부품에 회전속도 센서와 가속도 센서를 모두 장착해야 하고, 이들 센서로부터의 신호를 연동하기 위해 차량 내부에 복잡한 배선 작업(wiring)이 요구되어, 차체 내부의 하드웨어 및 소프트웨어 구조가 복잡해지고 제조 비용이 상승되는 문제가 있다.
- [0010] 또한, 종래의 고장 진단 기술은 휠베어링에 고장 또는 이상 작동이 발생했는지 여부만 진단할 수 있을 뿐 고장 원인을 분석할 수 있는 기능이 구비되어 있지 않아 휠베어링의 고장 또는 이상 작동이 어떤 원인에 의해 발생된 것인지 전혀 파악할 수 없는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2011-0131411호(공개일: 2011.12.7.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 전술한 종래의 문제점을 해소하기 위한 것으로, 보다 단순한 구조를 가지면서도 신뢰성 있는 고장 진단

단이 가능하며 고장 원인 분석이 가능한 고장 진단 장치와 이를 구비하는 차량용 휠베어링을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 기술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 대표적인 구성은 다음과 같다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 휠베어링에 장착되어 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 고장 진단 장치가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치는 휠베어링의 작동 상태를 검출하는 검출부와, 검출부에서 검출된 신호 정보를 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 진단부를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출부는 휠베어링의 가속도 정보를 수집하는 가속도 센서를 포함하고, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호 정보를 주파수 분석해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하도록 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호 정보를 분석해 이벤트 발생 정보를 수집하도록 구성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 신호의 주파수 스펙트럼에서 상하방향 가속도의 진폭 피크값이 미리 설정된 범위를 벗어나는 경우 이벤트가 발생한 것으로 인지해 이벤트 정보를 수집하도록 구성될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 신호의 주파수 스펙트럼에서 상하방향 가속도의 진폭 피크값이 0.5G 이상인 경우 이벤트가 발생한 것으로 인지해 이벤트 정보를 수집하도록 구성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이벤트 발생이 인지된 경우 이벤트 정보가 후행 차량에 전달되어 노면의 이상 정보를 후행 차량에 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이벤트 발생이 인지된 경우 이벤트 정보와 함께 이벤트 발생 시점 전후의 주파수 정보도 함께 수집되도록 구성될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 휠베어링에 고장 또는 이상 작동이 발생한 것으로 판단된 경우, 이벤트 발생 시점 전후의 진폭의 RMS(Root Mean Square) 신호 차이가 미리 설정된 기준치를 초과하면 휠베어링의 이상이 이벤트 발생에 의한 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이벤트 발생 시점 전후의 진폭의 RMS(Root Mean Square) 신호 차이가 2배를 초과하는 경우 휠베어링의 고장 또는 이상 작동이 이벤트 발생에 의한 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호 정보와 이러한 가속도 신호 정보로부터 산출된 속도 정보에 기초해 수행되도록 구성될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는데 이용되는 속도 정보는 가속도 센서에서 수집된 가속도 신호 정보를 제곱 평균 제곱근(RMS; root mean square) 처리한 다음, RMS 피크값을 갖는 주파수를 휠베어링의 회전 주파수로 간주해 산출될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가속도 센서는 휠베어링의 외륜에 장착되어 이용되도록 구성될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출부에는 휠베어링 내부의 온도를 측정하는 온도 센서가 더 구비될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단부는 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호 정보와 온도 센서로부터 수집된 온도 정보를 함께 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 차량의 차륜을 차체에 회전 가능하게 장착하여 지지하는 차량용 휠베어링이 제공될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링은 기술한 고장 진단 장치를 구비하도록 구성될 수 있다.
- [0027] 이 외에도, 본 발명에 따른 고장 진단 장치 및 이를 구비하는 차량용 휠베어링에는 본 발명의 기술적 사상을 해치지 않는 범위에서 다른 부가적인 구성이 더 포함될 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치 및 이를 구비하는 차량용 휠베어링은 휠베어링의 외륜 등에 장착된

가속도 센서로부터의 가속도 신호 정보(진동 신호 정보)만을 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동을 진단할 수 있도록 구성되어 있기 때문에, 휠베어링 및 차량 내부에 회전속도 센서와 가속도 센서를 연동시키기 위한 복잡한 배선 작업 등이 요구되지 않아 휠베어링 및 차량의 구조가 보다 단순해질 수 있고 제조 비용이 감소될 수 있게 된다.

[0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링은 고장 진단을 위해 회전속도 센서와 가속도 센서를 서로 연동시킬 필요가 없기 때문에 가속도 센서를 회전속도 센서의 위치에 무관하게 임의의 위치에 형성할 수 있고, 이로 인해 휠베어링의 설계 자유도가 크게 증가될 수 있게 된다.

[0030] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치 및 이를 구비하는 휠베어링은 차량 주행시 발생하는 이벤트 정보를 수집해 수집된 이벤트 정보를 기초로 휠베어링의 고장 또는 이상 작동이 제품 자체에 의한 것인지 주행 여건(노면 상태 등)에 의한 것인지 등을 파악할 수 있어 보다 정확하고 실효적인 고장 진단이 가능해질 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링의 구조를 예시적으로 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링의 단면구조를 예시적으로 도시한다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링에 적용될 수 있는 고장 진단 장치의 검출부 구조를 예시적으로 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링에 적용될 수 있는 고장 진단 장치의 구성을 개념적으로 나타내는 블록도를 예시적으로 도시한다.
- 도 5는 회전 주파수 대역에서 정상 주파수와 결합 주파수의 주파수 스펙트럼을 예시적으로 도시한다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링에서 이벤트 발생시점과 이의 전후 시점을 포함하는 주파수 스펙트럼을 예시적으로 도시한다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치에서 이벤트 발생 정보를 수집 및 저장하는 방식을 예시적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명한다.

[0033] 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 본 발명과 관계없는 부분에 대한 구체적인 설명은 생략하고, 명세서 전체를 통하여 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙여 설명하도록 한다. 또한, 도면에 도시된 각 구성요소들의 형상 및 크기는 설명의 편의를 위해 임의로 도시된 것이므로, 본 발명이 반드시 도시된 형상 및 크기로 한정되는 것은 아니다. 즉, 명세서에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 일 실시예로부터 다른 실시예로 변형되어 구현될 수 있으며, 개별 구성요소의 위치 또는 배치도 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 따라서 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로 행하여지는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 특허청구범위의 청구항들이 청구하는 범위 및 그와 균등한 모든 범위를 포괄하는 것으로 받아들여져야 한다.

[0034] 본 발명의 바람직한 실시예

[0035] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)이 예시적으로 도시되어 있다. 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)은 통상의 휠베어링 장치와 유사하게 형성될 수 있다. 예컨대, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)은 휠허브(20; 회전요소), 내륜(30), 외륜(40; 비회전요소), 전동체(50) 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 휠허브(20)는 축방향을 따라 연장하는 대략 원통형 형상의 구조로 형성될 수 있으며, 휠허브(20)의 차륜측 단부 부근에는 허브 플랜지가 구비될 수 있다. 허브 플랜지는 휠허브(20)의 원주방향을 따라 반경방향 외측으로 연장된 형상으로 형성되어, 허브 볼트 등을 이용해 차륜을 휠허브(20)에 장착하는 데 이용될 수 있다. 한편, 휠허브(20)의 차체측 단부에는 단차부가 형성되어 내륜(30)을 장착하도록 구성될 수

있으며, 휠허브(20)의 외주면 일부에는 궤도면(내측 궤도면)이 형성되어 전동체(50)를 내측에서 지지하도록 구성될 수 있다. 다만, 도면에 도시된 실시예의 경우에는 휠허브의 외주면 일부에 전동체를 지지하기 위한 일측 궤도면이 직접 형성되도록 구성되어 있으나, 이와 달리 휠허브에 2개의 내륜을 장착해 2개의 내륜을 통해 전동체의 궤도면(내측 궤도면)이 형성되도록 구성되어도 무방하다.

[0037] 내륜(30)은 휠허브(20)의 일측에 압입되어 장착되도록 구성될 수 있다. 예컨대, 내륜(30)은 휠허브(20)의 차체측 단부에 형성된 단차부에 압입된 상태에서 휠허브(20)의 단부를 도 2에 도시된 바와 같이 소성변형시키거나 휠허브(20)의 차체측 단부에 너트 등을 체결해 휠허브(20)에 안착되어 유지되도록 구성될 수 있다. 또한, 내륜(30)의 외주면에는 전동체(50)가 접촉하는 궤도면(내측 궤도면)이 구비되어 전동체를 내측에서 지지하도록 구성될 수 있다.

[0038] 외륜(40)은 외주면에 휠베어링(10)을 차체에 장착하기 위한 장착 플랜지를 구비하고, 내주면에 전동체(50)가 접촉하는 궤도면(외측 궤도면)을 구비하도록 구성될 수 있다. 외륜(40)의 내주면에 형성된 궤도면(외측 궤도면)은 휠허브(20) 및/또는 내륜(30)에 형성된 궤도면(내측 궤도면)과 협력해 궤도면 사이에 구름요소인 전동체(50)를 수용하여 지지하도록 구성될 수 있다.

[0039] 전동체(50)는 휠허브(20) 및/또는 내륜(30)에 형성된 궤도면(내측 궤도면)과 외륜(40)에 형성된 궤도면(외측 궤도면) 사이에 배치되어, 차륜이 장착되는 휠허브(20)를 차체에 고정되는 외륜(40)에 대해 회전 가능하게 지지하는 기능을 수행할 수 있다.

[0040] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)은 휠베어링의 고장 또는 이상 작동을 진단할 수 있는 고장 진단 장치(60)가 더 구비될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)의 고장 진단 장치(60)는 도 4에 도시된 바와 같이 휠베어링의 작동 상태를 검출하는 검출부(70)와 검출부에서 검출된 신호 정보를 기초로 휠베어링의 작동 상태를 진단하는 진단부(80)를 포함할 수 있다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출부(70)에는 휠베어링의 진동 상태를 검출하는 가속도 센서(72)가 구비될 수 있다. 예컨대, 가속도 센서(72)는 휠베어링(10)의 외륜(40) 등에 장착되어 휠베어링(10)의 진동 상태를 검출하도록 구성될 수 있다. 이러한 가속도 센서(72)는 서로 수직인 x, y, z축 방향 중 어느 한 방향의 가속도 측정이 가능한 1축 가속도 센서, 두방향의 가속도 측정이 가능한 2축 가속도 센서, 세방향의 가속도 측정이 모두 가능한 3축 가속도 센서 중 어느 하나도 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)에서 고장 진단 장치(60)는 지면에 수직인 방향(예컨대, z 방향)의 진동 정보만 이용해 휠베어링의 고장을 진단할 수 있으나, 2축 또는 3축 가속도 센서를 이용하게 되면 휠베어링의 고장뿐만 아니라 구동축(CVJ) 또는 휠 얼라이언트먼트의 이상을 진단하거나, 브레이크 저더나 휠 발란스 이상을 진단하는 등의 추가 진단을 수행할 수 있어 보다 유리할 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 진단 장치(60)의 검출부(70)에는 온도 센서(74) 등의 검출 장치가 추가로 구비될 수 있다. 온도 센서(74)를 이용하면 휠베어링 내부의 온도 변화를 통해 휠베어링의 고장 또는 이상을 진단할 수 있기 때문에, 가속도 센서로부터의 검출 정보를 통해서만 파악이 어려운 이물질 유입이나 윤활유(그리스)의 누출 등에 의한 휠베어링의 고장 진단을 수행할 수 있어 고장 진단 장치의 진단 기능을 보다 향상시킬 수 있게 된다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 진단 장치(60)의 진단부(80)는 검출부(70)를 통해 획득된 신호 정보를 전달받아 휠베어링 등의 작동 상태를 진단하는 기능을 수행할 수 있다. 예컨대, 진단부(80)는 검출부(70)로부터의 검출 신호를 전달받는 제1 입출력부(82), 제1 입출력부(82)로부터 전달된 신호 정보(예컨대, 가속도 신호 정보)를 이용해 휠베어링 등의 작동 상태를 진단하는 제어부(84), 기준 데이터를 저장하고 있거나 진단/분석 결과 등을 저장할 수 있는 메모리부(86), 제어부(84)로부터의 진단 결과를 출력하는 제2 입출력부(88) 등을 포함할 수 있다.

[0044] 한편, 진단부(80)에 구비되는 제어부(84)는 입력된 신호를 필터링하는 필터링부, 필터링부에서 필터링된 신호를 전달받아 분석을 수행하는 신호분석부, 신호분석부의 분석 결과를 기초로 휠베어링의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하는 고장진단부 등을 포함할 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 필터링부는 검출부(70)에서 검출된 신호(예컨대, 가속도 신호)를 필터링하여 노이즈를 제거하는 기능을 수행하며, 특정 주파수의 신호만 통과시키는 대역 통과 필터 등으로 구현될 수 있다. 다음으로, 신호분석부는 필터링부를 통과한 신호를 분석하는 기능을 수행하며, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)에서는 가속도 센서(72)로부터의 가속도 신호를 주파수 분석(FFT 분석)해 신호분석을 수행

하도록 구성될 수 있다. 한편, 고장진단부는 신호분석부에서 처리된 분석 결과를 이용해 휠베어링의 이상 작동 여부를 진단하고 판단하는 기능을 수행할 수 있다.

[0046] 진단부(80)에서 작동 상태를 진단한 결과 휠베어링에 고장 또는 이상 작동이 있는 것으로 진단되면, 이러한 진단 결과는 차량의 ECU(90; Electronic Control Unit) 등으로 전달되어 저장되거나 경고음이나 디스플레이 등의 표시부(92)를 통해 사용자에게 이상 여부를 표시하거나 구동부(94)로 전달되어 차량의 샤시 부품을 제어하는데 이용될 수 있다.

[0047] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)은 가속도 센서(72)에서 검출된 가속도 신호 정보를 기초로 차량의 현재 속도를 산출한 다음, 검출된 가속도 신호 정보와 이로부터 산출된 속도 정보를 이용해 휠베어링의 고장 또는 이상 작동을 진단하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0048] 일반적으로, 결합 주파수는 차량의 속도에 따라 달라지기 때문에 휠베어링 등의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하기 위해서는 가속도 센서(72)로부터의 가속도 신호 정보(진동 정보) 뿐만 아니라 속도 정보가 함께 필요하다.

[0049] 예컨대, 내륜, 외륜, 및 전동체의 결합 주파수는 아래와 같은 공식을 통해 산출될 수 있다.

[0050] 내륜:
$$f_i = \frac{fr}{2} Z(1 + \frac{d}{D} \cos\alpha)$$

[0051] 외륜:
$$f_b = \frac{fr}{2} \frac{D}{d} [1 - (\frac{d}{D} \cos\alpha)^2]$$

[0052] 전동체:
$$f_o = \frac{fr}{2} Z(1 - \frac{d}{D} \cos\alpha)$$

[0053] [f_i 는 내륜의 결합 주파수, f_b 는 외륜의 결합 주파수, f_o 는 전동체의 결합 주파수, fr 은 축의 회전 주파수, Z는 전동체의 수, d는 전동체의 직경, D는 전동체의 피치원 직경, α 는 전동체의 접촉각을 의미함]

[0054] 이와 관련해, 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치 및 이를 구비하는 차량용 휠베어링은 종래의 고장 진단 장치와 달리 별도의 회전속도 센서로부터 속도 정보를 전달받지 않고 가속도 센서로부터의 가속도 신호 정보로부터 속도 정보를 추출한 다음 이를 이용해 휠베어링 등의 고장 또는 이상 작동 여부를 진단하도록 구성될 수 있다.

[0055] 차량의 운행시에는 휠베어링에 회전에 따른 고유의 회전 주파수가 발생하게 되는데, 이러한 회전 주파수에서 차량의 가속도 신호는 큰 진폭값을 나타내게 된다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치는 가속도 센서(72)를 통해 검출된 가속도 신호의 제곱 평균 제곱근(RMS: root mean square)을 계산한 다음 이로부터 RMS 피크값을 갖는 주파수를 추출해 이를 회전 주파수로 간주하여 현재 속도를 인지하도록 구성될 수 있다.

[0056] 이처럼, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)은 가속도 센서(72)로부터의 가속도 신호 정보를 기초로 차량의 속도를 산출해 휠베어링의 고장 진단을 수행하도록 구성되어 있기 때문에 회전속도 센서 등으로부터 차량의 속도 정보를 별도로 수신 받지 않아도 휠베어링 등의 작동 상태를 진단할 수 있게 된다.

[0057] 따라서, 종래의 고장 진단 기능을 구비한 휠베어링과 달리 복잡한 배선 작업 등을 수행하지 않고 간단하게 휠베어링에 고장 진단 장치를 구현하는 것이 가능해 지게 된다.

[0058] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)은 가속도 센서 만으로 고장 진단 장치의 구현이 가능하기 때문에 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이 차체에 고정되는 외륜의 외부 표면 등과 같은 임의의 위치에 가속도 센서를 장착해 고장 진단 장치를 구현할 수 있고, 이로 인해 고장 진단 장치의 장착이 용이하고 고장 진단 장치 및 이를 구비하는 차량용 휠베어링의 설계 자유도가 크게 향상될 수 있게 된다.

[0059] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 휠베어링(10)의 고장 진단 장치(60)에서 고장을 진단하는 프로세스는 다음과 같이 구현될 수 있다.

[0060] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 차량용 휠베어링의 고장 진단 장치(60)의 고장 진단 방법은, 고장 진단 장치(60)의 가속도 센서(72)로부터 가속도 신호 정보(진동 상태 정보)를 수집하는 단계와, 수집된 가속도 신호 정보

로부터 차량의 현재 속도를 산출하는 단계와, 가속도 센서(72)로부터 수집된 가속도 신호 정보를 주파수 분석(FFT 분석)해 휠베어링의 이상 작동 여부를 감지하는 고장 진단 단계를 포함할 수 있다.

- [0061] 이 때, 고장 진단 단계에서의 주파수 분석은 가속도 센서(72)로부터의 가속도 신호 정보와 이로부터 산출된 속도 정보를 기초로 수행될 수 있다.
- [0062] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가속도 센서(72)에서 수집된 가속도 신호 정보로부터 속도 정보를 산출하는 방법은 전술한 바와 같이 가속도 센서(72)에서 검출된 가속도 신호 정보를 차량의 실용 영역(예컨대, 0~250km/h)에서 RMS 처리한 다음, RMS 진폭이 피크가 되는 주파수를 회전 주파수로 간주해 현재 속도를 인지하도록 구성될 수 있다.
- [0063] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 진단 방법에는 고장 진단 단계 이전에 온도 센서(74)로부터 온도 정보를 수집하는 단계를 더 포함할 수 있고, 고장 진단 단계에서 온도 센서(74)로부터의 온도 정보를 함께 고려해 고장 진단을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 진단 장치(60)는 휠베어링에 고장 또는 이상 작동이 발생된 것으로 판단된 경우, 이상 발생 원인을 분석할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 한다. 예컨대, 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치(60) 및 이를 구비하는 휠베어링(10)은 후술하는 바와 같이 가속도 센서로부터의 가속도 신호를 분석해 이벤트 발생을 감지함으로써 고장원인을 분석할 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0065] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 고장 진단 장치(60) 및 이를 구비하는 휠베어링(10)은 도 6에 도시된 바와 같이 가속도 센서로부터 수집된 가속도 신호를 기초로 이벤트 발생을 판단하고, 이벤트가 발생되었다고 판단된 경우 이벤트 정보를 고장 진단 장치(60)에 저장하도록[예컨대, 고장 진단 장치(60)의 진단부(80)에 구비되는 메모리부(86)에 저장하도록] 구성될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 진단 장치(60)는 가속도 센서(72)로부터 수집된 신호의 차량 상하방향 진폭 피크값이 미리 설정된 범위를 벗어나는 경우[예컨대, 가속도 신호 정보에서 상하방향 가속도 진폭 피크값이 0.5G 이상인 경우] 노면의 pot hole이나 curb impact 등의 이벤트가 발생한 것으로 인지하도록 구성될 수 있으며, 이와 같이 이벤트가 발생한 것으로 판단된 경우 이벤트 발생 시점 전후의 RMS 신호의 진폭 차이가 미리 설정된 값(예컨대, 2배)을 초과하면 이벤트에 의해 휠베어링이 손상된 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.
- [0067] 한편, 이러한 이벤트 정보는 도 7에 도시된 바와 같이 이벤트 발생 시점(날짜 및 시간) 및 이벤트 발생 시점에서의 진폭 피크값 정보와 함께 이벤트 발생 시점 전후의 주파수의 진폭 RMS 값을 저장[예컨대, 고장 진단 장치(60)의 진단부(80)에 구비된 메모리부(86)에 저장]하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 이러한 구성에 의하면, 휠베어링에 이상 작동이 감지된 경우 고장 진단 장치에 저장된 이벤트 이력을 검토함으로써 휠베어링에 발생된 이상 작동(고장)이 제품 결함에 의한 것인지 주행 여건에 의한 것인지를 판단할 수 있게 된다. 따라서, 휠베어링 등의 고장/이상 작동 원인 파악이 가능해 보다 실효성 있는 고장 진단이 가능하게 된다.
- [0069] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 진단 장치(60)에서 검출된 이벤트 정보는 V2V(vehicle to vehicle) 기술을 이용해 후행 차량에 전달되어 pot hole이나 curb impact 등과 같은 노면의 이상 정보를 후행 차량에 제공함으로써 후행차량의 주행 안정성을 보다 향상시키도록 구성될 수도 있다.
- [0070] 이상에서는 본 발명을 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면을 통해 설명하였으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐이며, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있을 것이다.
- [0071] 따라서, 본 발명의 사상은 전술한 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

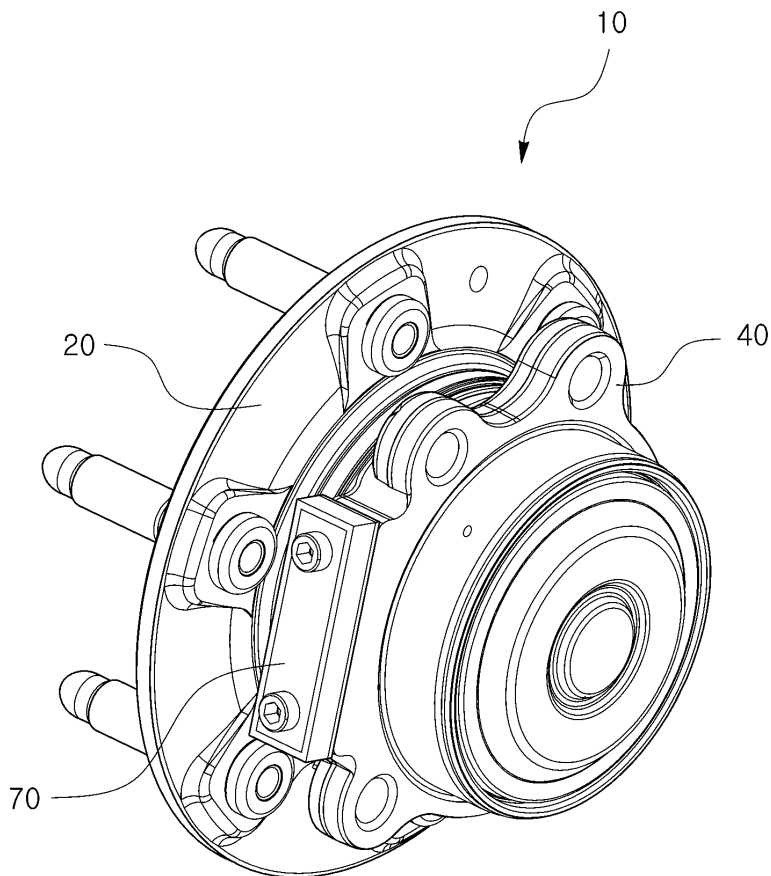
부호의 설명

- [0072] 10: 차량용 휠베어링
- 20: 휠허브
- 30: 외륜

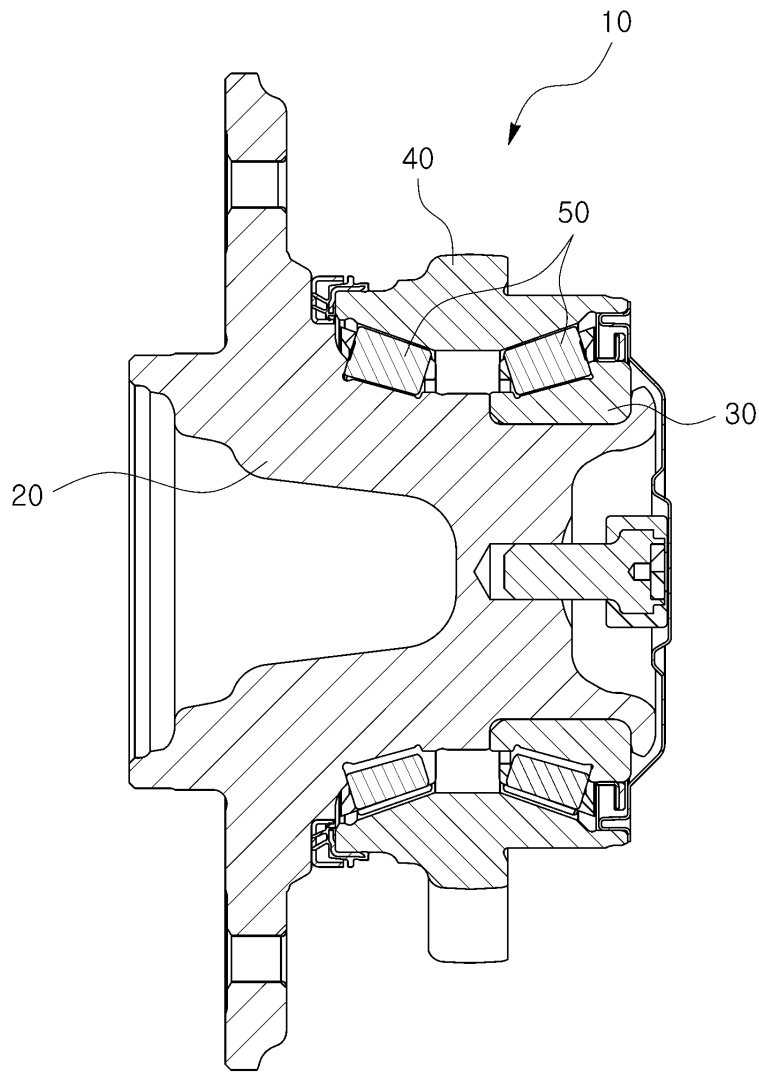
- 40: 내륜
- 50: 전동체
- 60: 고장 진단 장치
- 70: 검출부
- 72: 가속도 센서
- 74: 온도 센서
- 80: 진단부
- 82: 제1 입출력부
- 84: 제어부
- 86: 메모리부
- 88: 제2 입출력부
- 90: 차량의 ECU
- 92: 표시부
- 94: 구동부

도면

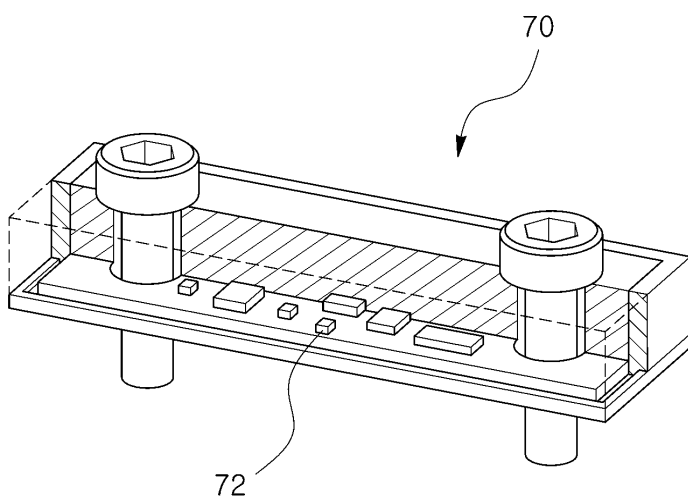
도면1



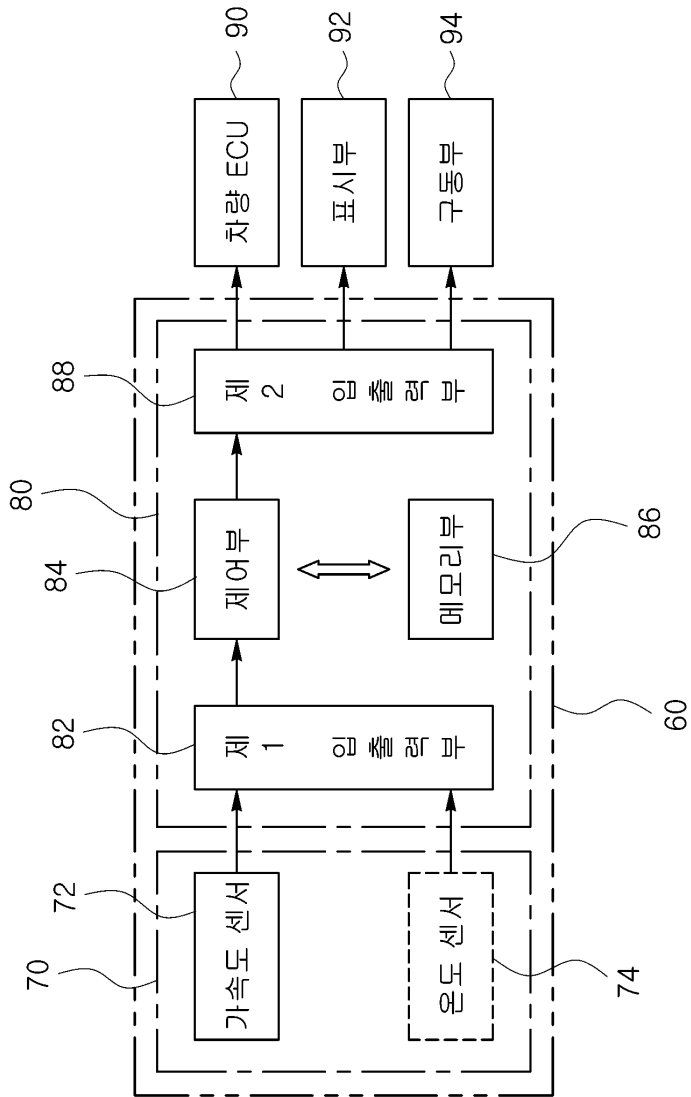
도면2



도면3

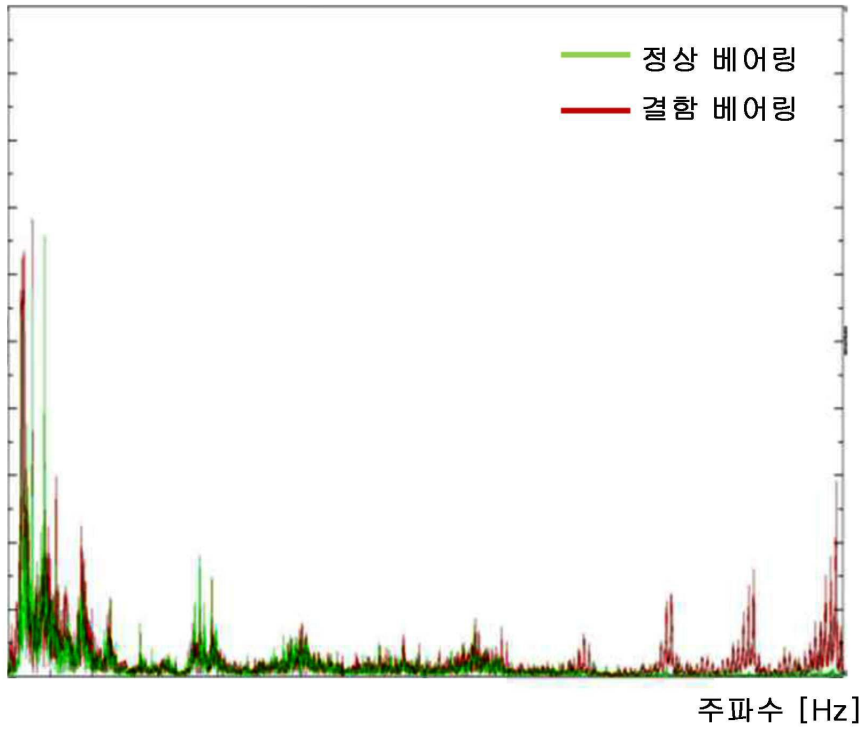


도면4

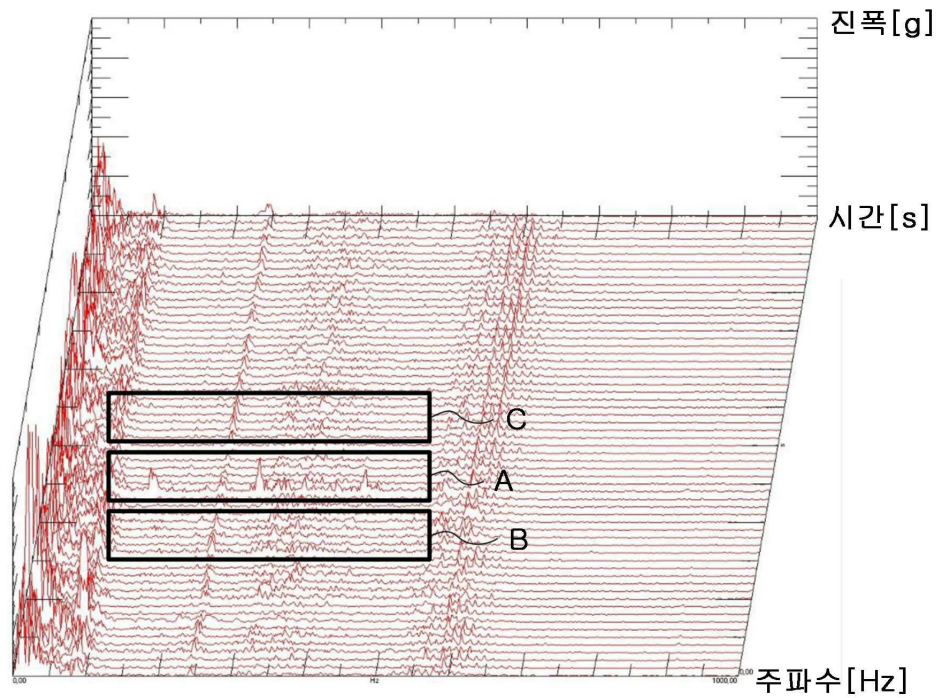


도면5

진폭[g]



도면6



도면7

No	이벤트 발생 시점 (시간)	발생 시점 진폭 Peak(G)	진폭 RMS (G)			판단
			前	後	ΔG	
1	YYYY.MM.DD HH.MM.SS	0.5	0.1	0.15	0.05	이상 무
2	YYYY.MM.DD HH.MM.SS	0.6	0.1	0.3	0.2	이벤트 발생
• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
∞	YYYY.MM.DD HH.MM.SS	•	•	•	•	