



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월13일
(11) 등록번호 10-2202723
(24) 등록일자 2021년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 41/22 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)
G01M 15/11 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F02D 41/221 (2013.01)
F02D 41/009 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0090388
(22) 출원일자 2019년07월25일
심사청구일자 2019년07월25일

(56) 선행기술조사문헌
JP2001241353 A*
JP3357092 B2*
JP2000205035 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 현대케피코
경기도 군포시 고산로 102 (당정동)

(72) 발명자
한풍규
경기도 용인시 수지구 상현로 101, 108동 1301호
(상현동, 상현마을수지센트럴아이파크)

(74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 8 항

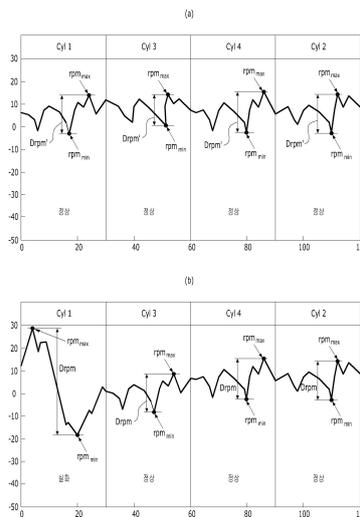
심사관 : 윤마루

(54) 발명의 명칭 **다기통 엔진의 실화 진단 방법 및 장치**

(57) 요약

타겟 휠의 투스(Tooth)를 인식한 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호(Tooth time signal, 엔진 크랭크축이 일정 각도 회전하는데 소요되는 시간)를 이용하여 다기통 엔진의 기통 별 실화 여부를 진단하는 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 다기통 엔진의 실화 진단 방법은, 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거단계와, 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 엔진 속도 극값을 추출하는 속도 극값 추출단계와, 추출된 기통 별 엔진 속도 극값을 이용하여 비교값(Drpm)을 산출하는 비교값 산출단계 및 비교값(Drpm)을 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 실화 진단단계를 포함하는 것을 요지로 한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G01M 15/11 (2013.01)

F01L 2820/042 (2013.01)

F02D 2200/101 (2013.01)

F02D 2200/1015 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

타겟 휠의 투스(Tooth)를 인식한 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호(Tooth time signal)를 이용하여 다기통 엔진의 기통 별 실화 여부를 진단하는 방법으로서,

- a) 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거단계
- b) 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 엔진 속도 극값을 추출하는 속도 극값 추출단계;
- c) 상기 b) 단계에서 추출된 기통 별 엔진 속도 극값을 이용하여 비교값(Drpm)을 산출하는 비교값 산출단계; 및
- d) 상기 c) 단계에서 산출된 비교값(Drpm)을 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 실화 진단단계;를 포함하되,

상기 기통 별 엔진 속도 극값은 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이며, 상기 비교값(Drpm)은 상기 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이인 다기통 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 d) 단계에서는,

기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)을 기록장치에 맵핑된 기통 별 임계값(Threshold₁)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단하는 다기통 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 d) 단계에서는,

기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)과 직전 사이클에서 같은 방법으로 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 다기통 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 차이(Drpm' - Drpm)를 기록장치에 맵핑된 임계값(Threshold₂)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단하는 다기통 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 6

다기통 엔진의 기통 별 실화 여부를 진단하는 장치로서,
 엔진 크랭크축의 타겟 휠(Target wheel) 둘레에 배치되어 엔진 속도 계산에 필요한 투스 신호(Tooth time signal)를 생성하는 크랭크각 센서;
 상기 크랭크각 센서의 투스 신호로부터 한 사이클의 엔진 속도 변화를 분석하고 분석 결과를 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단하는 제어기;를 포함하며,
 상기 제어기는,
 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거부와,
 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 엔진 속도 극값을 추출하는 속도 극값 추출부와,
 속도 극값 추출부에서 추출된 기통 별 엔진 속도 극값을 이용하여 비교값(Drpm)을 산출하는 비교값 산출부 및 비교값 산출부에서 산출된 비교값(Drpm)을 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 실화 진단부를 포함하되,
 상기 속도 극값 추출부에서 추출되는 기통 별 엔진 속도 극값은 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이며,
 상기 비교값 산출부에서 산출되는 비교값(Drpm)은 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 다기통 엔진의 실화 진단 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
 상기 실화 진단부는 상기 비교값(Drpm)을 기록장치에 맵핑된 기통 별 임계값(Threshold₁)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단하는 다기통 엔진의 실화 진단 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
 상기 실화 진단부는 상기 비교값(Drpm)과 직전 사이클에서 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 다기통 엔진의 실화 진단 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
 상기 실화 진단부는,
 상기 차이(Drpm' - Drpm)를 기록장치에 맵핑된 임계값(Threshold₂)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단하는 다기통 엔진의 실화 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 다기통 엔진의 실화 진단 방법 및 장치에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는 투스 신호(Tooth time signal, 엔진 크랭크축이 일정 각도 회전하는데 소요되는 시간)로부터 계산되는 기통 별 속도 정보를 이용하여 실화 여부 및 실화가 발생한 실린더를 정확하게 진단 및 검출할 수 있는 다기통 엔진의 실화 진단 방법 및 장치

[0001]

에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 화석연료를 사용하는 엔진에서 분사된 연료가 연소하지 않고 그대로 외기로 배출되는 현상을 실화(Misfire)라 한다. 엔진 실화가 발생하면, 미연소된 연료가 그대로 배출되어 대기오염에 악영향을 미치거나 미연소된 연료가 촉매에서 연소되어 촉매를 손상시킬 수 있다.
- [0003] 이에 따라 자동차의 경우 ECU 내에 실화검출 로직을 탑재하여 실화를 진단함으로써 대기오염이나 촉매 손상을 방지하고 있다. 일반 양산 차량의 경우 크랭크각 센서에서 측정된 투스 신호(Tooth time signal)로부터 엔진 속도를 추출하여 실화를 진단하는 엔진 러프니스(Engine roughness) 방법이 주로 채택되고 있다.
- [0004] 엔진 변동성을 이용한 엔진 러프니스 방법은 CARB(미국 캘리포니아 대기환경청)에서 규정하고 있는 실화 검출 영역을 커버하기는 하나 그 영역이 제한적이어서, 높은 RPM, 낮은 부하 구간과 같은 일부 영역에서는 실화를 진단함에 있어 정확성이 떨어지는 단점이 있다.
- [0005] 엔진 변동성을 이용하는 방식 외에도 폭발 행정 과정에서 점화 플러그 회로에서 발생하는 이온 전류(Ionic current)를 측정하여 실화를 진단하는 방법도 알려져 있다. 또한 실린더의 연소 압력을 직접 측정하여 실화를 진단하는 방법도 알려진바 있다.
- [0006] 그러나 이러한 방법(이온 전류를 이용하는 방법 또는 연소 압력을 특성을 이용하는 방법)들은, 기존의 차량에 새로운 기능을 추가하거나, 새로운 센서를 추가해야만 하기 때문에 차량 가격이 상승되고, 이로 인해 양산 차에 적용하기에는 비용적 측면에서 부담이 있을 수밖에 없다.
- [0007] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 별도의 센서나 장비의 추가 없이 크랭크각 센서에서 측정된 출력 신호를 이용하여 엔진의 실화 여부를 검출하는 주파수 분석 방식이 제안되기도 하였으나, 기존 주파수 분석 방식은 주로 진폭(Amplitude)과 위상(Phase) 정보를 바탕으로 실화 여부를 진단하는 방식이기 때문에 특정 운전 영역에서의 진단 정밀성이 떨어지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1869324호(등록일 2018.06.14)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 별도의 센서나 장비의 추가 없이 크랭크각 센서의 출력 신호만으로 단순하면서도 정확하게 기통 별 실화 여부를 진단/검출할 수 있는 대기통 엔진의 실화 진단 방법 및 장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 과제의 해결 수단으로서 본 발명의 일 측면에 따르면,
- [0011] 타겟 휠의 투스(Tooth)를 인식한 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호(Tooth time signal)를 이용하여 대기통 엔진의 기통 별 실화 여부를 진단하는 방법으로서,
- [0012] a) 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거단계
- [0013] b) 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 다른 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 엔진 속도 극값을 추출하는 속도 극값 추출단계;
- [0014] c) 상기 b) 단계에서 추출된 기통 별 엔진 속도 극값을 이용하여 비교값(Drpm)을 산출하는 비교값 산출단계; 및
- [0015] d) 상기 c) 단계에서 산출된 비교값(Drpm)을 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 실화 진단단계;를 포함하는

다기통 엔진의 실화 진단 방법을 제공한다.

- [0016] 바람직하게는, 상기 b) 단계에서 속도 극값 추출을 위한 두 특정 위치는 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 타겟 휠의 회전위치일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 b) 단계에서의 기통 별 엔진 속도 극값은 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이며, 상기 c) 단계에서의 비교값(Drpm)은 상기 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이일 수 있다.
- [0018] 또한 상기 d) 단계에서는, 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)을 기록장치에 맵핑된 기통 별 임계값(Threshold₁)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다.
- [0019] 다른 예로서, 상기 d) 단계에서는, 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)과 직전 사이클에서 같은 방법으로 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단할 수도 있다.
- [0020] 이 경우, 상기 차이(Drpm' - Drpm)를 기록장치에 맵핑된 임계값(Threshold₂)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다.
- [0021] 과제의 해결 수단으로서 본 발명의 다른 측면에 따르면,
- [0022] 다기통 엔진의 기통 별 실화 여부를 진단하는 장치로서,
- [0023] 엔진 크랭크축의 타겟 휠(Target wheel) 둘레에 배치되어 엔진 속도 계산에 필요한 투스 신호(Tooth time signal)를 생성하는 크랭크각 센서;
- [0024] 상기 크랭크각 센서의 투스 신호로부터 한 사이클의 엔진 속도 변화를 분석하고 분석 결과를 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단하는 제어기;를 포함하며,
- [0025] 상기 제어기는,
- [0026] 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거부와,
- [0027] 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 엔진 속도 극값을 추출하는 속도 극값 추출부와,
- [0028] 속도 극값 추출부에서 추출된 기통 별 엔진 속도 극값을 이용하여 비교값(Drpm)을 산출하는 비교값 산출부 및
- [0029] 비교값 산출부에서 산출된 비교값(Drpm)을 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 실화 진단부를 포함하는 다기통 엔진의 실화 진단 장치를 제공한다.
- [0030] 바람직하게 상기 실화 진단부는, 기통 별 엔진 속도 극값, 즉 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)을 기록장치에 맵핑된 기통 별 임계값(Threshold₁)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다.
- [0031] 다른 예로서, 상기 실화 진단부는, 기통 별 엔진 속도 극값, 즉 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이로 정의되는 상기 비교값(Drpm)과 직전 사이클에서 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단할 수도 있다.
- [0032] 이 경우, 상기 차이(Drpm' - Drpm)를 기록장치에 맵핑된 임계값(Threshold₂)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명의 실시 예에 따르면, 정상점화와 실화를 명확하게 구분할 수 있는 엔진 특성에 관한 몇 가지 정보(크랭크각 센서의 출력 신호로 알 수 있는 기통 별 흡입행정 초기 엔진 속도와 배기행정 말기 엔진 속도, 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값)만을 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단할 수 있다.
- [0034] 즉 실화 여부를 명확하게 판단할 수 있는 최소한의 주요 정보만을 가지고 실화를 진단/검출함으로써, 실화 진단/검출을 위한 프로세스를 단순화하면서도 정확도 높은 실화 진단/검출이 가능하며, 별도의 하드웨어적인 추가 구성 없이도 소프트웨어만으로 구현이 가능하므로 개발비용이 저렴하다는 장점이 있다.

[0035] 더욱이, 기통 별로 구분하여 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이로 정의되는 비교값을 임계값과 비교하거나, 직전 사이클에서 추출된 동일 기통의 비교값과 비교하여 실화 여부를 진단함으로써, 실화 발생 여부는 물론, 실화가 발생한 기통, 즉 실린더 위치까지 정확하게 진단 및 검출해낼 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 대기통 엔진 실화 진단 장치의 개념도.
 도 2는 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하기 전과 선형 추세 제거 후 경과시간에 따른 엔진 속도 변동을 도시한 그래프.
 도 3은 속도 추세선 생성 및 Drpm 추출과정을 설명하기 위한 예시도.
 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 실화 진단 장치에 의해 행해지는 실화 진단 과정을 설명하기 위한 도면.
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 대기통 엔진의 실화 진단 방법을 설명하기 위한 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0038] 본 발명을 설명함에 있어 이하 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.

[0039] 또한, 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.

[0040] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0041] 더하여, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0042] 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일한 구성 요소에 대해서는 동일도면 참조부호를 부여하기로 하며 동일 구성에 대한 중복된 설명은 생략하기로 한다. 그리고 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0043] 이하, 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어 사용되는 주요 용어에 대한 의미부터 간단하게 살펴보기로 한다.

[0044] 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어 사용되는 용어 중 「한 사이클」은 엔진 크랭크축이 두 바퀴(720°) 회전하는 구간으로서, 각 기통마다 흡입-압축-폭발(연소 팽창)-배기 행정을 한 차례씩 포함하는 구간을 의미한다. 예를 들어, 4기통 엔진일 경우 4개의 기통(Cylinder)이 정해진 순서대로 흡입-압축-폭발-배기를 수행하여 상기 크랭크축을 두 바퀴(720°) 회전시키면 한 사이클이 마무리된다.

[0045] 그리고 「속도 추세선」은 전술한 한 사이클 동안 크랭크축의 회전각도 혹은 회전위치를 검출하는 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호 중 기통 별 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 생성되는 직선을 의미하는 것으로, 여기서 「두 특정 위치」는 기통 별 흡입행정 초기 및 배기행정 말기 각각의 크랭크축 회전위치에 대응하여 설정된 타겟 휠의 회전위치일 수 있다.

[0046] 또한 「엔진 속도 극값」은 전술한 한 사이클 동안 크랭크축의 회전각도 혹은 회전위치를 검출하는 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호 중 기통 별 다른 두 특정 위치의 투스 신호로부터 생성되는 값으로서 엔진 속도 최대값과 최소값을 의미하며, 여기서 「다른 두 특정 위치」는 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 크랭크축 회전위치에 대응하는 타겟 휠의 회전위치일 수 있다.

[0047] 참고로, 투스 신호(Tooth time signal)은 엔진 크랭크축이 일정 각도 회전하는데 소요되는 시간을 의미하는 것으로, 상기 크랭크축 선단에 동심 설치된 타겟 휠(Target wheel)의 외면부 둘레에 균등 간격으로 형성되는 복수

의 투스(Tooth)를 상기 크랭크각 센서(Crank shaft position sensor)가 인식하여 출력하는 신호를 의미한다.

- [0048] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 대기통 엔진의 실화 진단 장치를 개략 도시한 개념도로서, 이를 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 대기통 엔진의 실화 진단 장치부터 살펴보기로 한다.
- [0049] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 대기통 엔진의 실화 진단 장치는, 크랭크각 센서(10)와 제어기(20)를 포함한다. 제어기(20)는 ECU일 수 있으며, 크랭크각 센서(10)는 엔진 크랭크축(30) 상의 타겟 휠(40) 주변에 배치되어 타겟 휠(40)의 회전에 따라 엔진 속도 계산에 필요한 투스 신호(Tooth time signal) 신호를 생성한다.
- [0050] 타겟 휠(40)의 외주면에는 상기 크랭크축(30)의 각속도를 측정할 수 있도록 복수 개의 투스(Tooth)가 형성되어 있으며, 타겟 휠(40)이 회전할 때 상기 크랭크각 센서(20)가 상기 투스를 검출하는 시간 정보를 이용하여 제어기(20)가 상기 엔진 크랭크축(30)의 각속도를 계산한다. 그리고 계산된 각속도로부터 엔진 속도를 산출한다.
- [0051] 제어기(20)는 핸드 악셀 조작(미도시)을 통한 운전자의 가속 또는 감속 요구에 맞춰 연료 인젝터(60)와 점화코일(50)의 통전상태를 제어하여 엔진 속도를 제어하는 것은 물론, 상기 크랭크각 센서(10)의 투스 타임 신호로부터 실화 분석 대상인 하나의 엔진 사이클의 엔진 속도 변화를 분석한다. 그리고 분석 결과를 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단한다.
- [0052] 실화(Misfire)는 배경기술에서도 언급 했듯이 엔진 실린더에 분사된 연료가 연소하지 않고 그대로 외기로 배출되는 현상을 말한다. 실화가 발생하면 폭발(연소 팽창)행정에서 엔진 속도를 가속시키는 에너지원이 발생하지 않음에 따라 투스 신호(Tooth time signal, 엔진 크랭크축이 일정 각도 회전하는데 소요되는 시간) 신호의 주기성이 훼손된다.
- [0053] 실화는 폭발 행정에서의 연료 미연소 -> 연소압 미생성 -> 피스톤 속도 감소 -> 크랭크축 회전 모멘텀 감소로 나타나며, 이로 인해 투스 타임이 길어지고 반대로 엔진 속도는 감소한다. 즉 실화가 발생하면 엔진을 구동시키는 에너지원이 발생하지 않는 것이므로 엔진 속도가 감소하며, 따라서 한 사이클에서의 엔진 속도를 분석하면 실화 여부를 진단할 수 있다.
- [0054] 본 발명은 이처럼 실화 시 나타나는 엔진 속도의 변화 특성을 이용하여 대기통 엔진에서 발생하는 실화를 정확하고 신속하게 진단/검출할 수 있도록 한 것으로, 이를 위해 본 실시 예에 적용된 제어기(20)는, 선형 추세 제거부(22)와 속도 극값 추출부(26)와 비교값 산출부(28), 그리고 실화 진단부(29)를 포함한다.
- [0055] 제어기를 구성하는 각부 구성에 대해 좀 더 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [0056] 선형 추세 제거부(22)는 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서(10)가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)한다. 크랭크각 센서(10)가 출력하는 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하지 않으면, 정상 점화에서 발생한 오버슈트(Overshoot)가 실화가 발생한 기통, 즉 실린더의 엔진 속도 변동에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.
- [0057] 정상 점화에서 발생한 오버슈트(Overshoot)가 실화가 발생한 기통의 엔진 속도 변동에 영향을 미치면, 실화 여부를 진단함에 있어 정확하고 정밀한 진단이 어려울 수 있다. 그러므로 한 사이클 동안 수집된 크랭크각 센서(10)의 출력 신호 데이터에서 선형 추세를 제거(Linear detrend)함으로써, 오버슈트가 실화 발생 실린더의 엔진 속도에 미치는 영향을 사전에 제거함이 바람직하다.
- [0058] 한 사이클 내 모든 투스 신호에서 선형 추세를 제거한다는 것은 다른 의미로, 한 사이클 동안 모든 투스 신호로부터 산출되는 엔진 속도에서 이들 평균값을 빼는 것을 의미한다. 도 2에서 (a)는 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하기 전 경과시간에 따른 엔진 속도 변동을 도시한 그래프이고, (b)가 선형 추세 제거 후 엔진 속도 변동을 도시한 그래프이다.
- [0059] 속도 극값 추출부(26)는 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 상기 속도 추세선 생성에 필요한 투스 신호를 수집하는 위치와는 다른 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 엔진 속도 극값을 추출한다. 여기서 엔진 속도 극값은 앞서도 언급했듯이 기통 별 상기 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 중 최대값과 최소값일 수 있다.
- [0060] 속도 극값 추출에 필요한 투스 신호를 수집하는 다른 두 특정 위치는 바람직하게, 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 타겟 휠(40)의 회전위치로서, 동일한 모사 환경의 시뮬레이션이나 반복 실험을 통해 기통 별 엔진 속도 최대값(rpm_{max})과 최소값(rpm_{min})이 나타나는 타겟 휠 회전위치를 구하고, 구해진 회전위치의 평균값을 도출하여 기통 별로 설정한 고정값일 수 있다.

- [0061] 물론, 속도 극값 추출을 위한 타겟 휠(40)의 회전 위치를 고정값으로 사용하는 것에 국한되는 것은 아니다. 연소 특성상 사이클마다 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 타겟 휠(40)의 회전위치가 약간씩 변동될 수 있기 때문에, 매 사이클마다 기통 별 타겟 휠(40)의 각속도가 최대가 되는 위치와 최소가 되는 위치의 투스 신호로부터 기통 별 속도 극값을 추출할 수도 있다.
- [0062] 속도 극값 추출부(26)에서 추출된 기통 별 엔진 속도 최대값(rpm_{max})과 최소값(rpm_{min})은 비교값 산출부(28)에 전달되며, 비교값 산출부(28)는 전달받은 기통 별 엔진 속도 최대값(rpm_{max})과 최소값(rpm_{min})을 이용하여 비교값(Drpm)을 산출한다. 이때 비교값(Drpm)은 기통 별 엔진 속도 최대값(rpm_{max})과 최소값(rpm_{min})을 뺀 값($rpm_{max} - rpm_{min}$)일 수 있다.
- [0063] 도 3은 비교값을 설명하기 위한 예시도로서, 기통 즉 실린더가 4개이고, 1번(Cyl 1)-3번(Cyl 3)-4번(Cyl 4)-2번(Cyl 2) 기통(실린더) 순으로 연소가 이루어지는 4기통 엔진에서 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호를 기통 별로 구분하여 크랭크축 회전각도 변화(x축 방향)에 따른 엔진 속도 변화량(y축 방향)으로 나타낸 엔진 속도 커브이다.
- [0064] 도 3에 도시된 바와 같이, 기통 별 엔진 속도 최대값(rpm_{max})과 최소값(rpm_{min})을 뺀 값($rpm_{max} - rpm_{min}$)으로 정의되는 상기 비교값(Drpm)은, 기통 별 엔진 속도 최대값(rpm_{max})과 최소값(rpm_{min})의 y축 방향 직선 거리일 수 있다. 예를 들어, 도 3과 같은 4기통 엔진일 경우 1번(Cyl 1), 3번(Cyl 3), 4번(Cyl 4), 2번(Cyl 2) 각 기통마다 엔진 속도 최대값(rpm_{max})에서 최소값(rpm_{min})을 뺀 값일 수 있다.
- [0065] 실화 진단부(29)에서는 비교값 산출부(28)에서 산출된 상기 비교값(Drpm)을 분석하고, 분석된 내용을 바탕으로 기통 별 실화여부를 진단한다. 일 예로서, 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이로 정의되는 상기 비교값(Drpm)을 기록장치에 맵핑된 기통 별 임계값(Threshold₁)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0066] 다른 예로서, 실화 진단부(29)는 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)과 직전 한 사이클에서 같은 방법으로 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다. 이 경우 바람직하게는, 상기 차이(Drpm' - Drpm)를 기록장치에 맵핑된 다른 임계값(Threshold₂)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다.
- [0067] 정상점화에서는 기통 별 폭발행정에서 엔진 속도를 가속시키는 에너지원이 발생한다. 때문에 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)이 비교적 작다. 4기통 엔진일 경우, 정해진 순서(1번(Cyl 1)-3번(Cyl 3)-4번(Cyl 4)-2번(Cyl 2) 기통(실린더) 순으로 폭발(팽창 연소)이 정상적으로 일어나면 전체적인 엔진 속도 변동폭이 크지 않기 때문이다.
- [0068] 반면, 실화가 발생하면 상기 비교값(Drpm)은 정상점화 시(도 3에서 1번, 4번, 2번 실린더)와 비교해 뚜렷하게 큰 폭으로 나타난다(도 3에서 3번 실린더의 단위 사이클 구간). 특정 기통(도 3에서 3번 실린더)에서 실화가 발생하면 폭발에 의한 에너지 추가가 없는 것이므로 해당 기통의 엔진 속도 변동폭이 다른 기통에 비해 상대적으로 커질 수 밖에 없다.
- [0069] 따라서 전술한 기통 별 상기 비교값(Drpm)을 분석하면 실화(Misfire) 발생 여부는 물론, 몇 번 실린더에 실화가 발생한 것인지를 정확하게 진단할 수 있다. 본 발명은 이처럼 실화 발생 여부에 따라 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이로 정의되는 비교값(Drpm)이 뚜렷하게 다른 양상으로 나타나는 점을 이용하여 실화 여부를 진단하는 것이다.
- [0070] 도 4는 실화 진단부에 의해 수행되는 실화 진단 방법 중에서 현재 사이클에서 기통 별 비교값(Drpm)과 직전 한 사이클에서 같은 방법으로 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0071] 도 4의 (a)는 직전 한 사이클 동안 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호를 기통 별로 구분하여 크랭크축 회전각도 변화에 따른 엔진 속도 변화량으로 나타낸 엔진 속도 커브이고, 도 4의 (b)는 현재 한 사이클 동안 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호를 기통 별로 구분하여 크랭크축 회전각도 변화에 따른 엔진 속도 변화량으로 나타낸 엔진 속도 커브이다.
- [0072] 도 4 및 앞선 도 3을 함께 참조하면, 앞서도 언급했듯이 정상점화에서는 기통 별 폭발행정에서 엔진 속도를 가

속시키는데 에너지원이 발생하기 때문에 기통 별 엔진 속도 변화폭이 작고 따라서 상기 비교값(Drpm)도 크지 않다. 반면, 폭발에 의한 에너지 추가가 없는 실화에서는 엔진 속도 변화폭이 크기 때문에 비교값(Drpm)도 상대적으로 크게 나타난다.

- [0073] 도 4에서 1번 실린더의 단위 사이클 구간을 제외한 구간(3번, 4번, 2번 실린더의 단위 사이클 구간)을 보면, 직전 사이클(도 4의 (a))에서의 비교값(Drpm')과 현재 사이클(도 4의 (b))에서 비교값(Drpm)을 동일 기통 별로 비교해 보면, 기통 별 두 비교값의 차이(Drpm' - Drpm)가 크지 않다는 것을 직관적으로 알 수 있다.
- [0074] 따라서 현재 사이클의 기통 별 비교값(Drpm, 엔진 속도 최대값과 최소값의 차)가 직전 사이클의 동일 기통 비교값(Drpm')과 비교했을 때, 그 차이(Drpm' - Drpm)의 절대값이 기 설정된 임계값(Threshold₂)과 같거나 작으면 상기 실화 진단부(29)는 해당 기통, 예를 들어 도 4에서 3번, 4번, 2번 실린더는 정상적으로 점화가 일어나 엔진 속도를 가속시키는 에너지원을 발생시킨 것으로 진단할 수 있다.
- [0075] 이와는 다르게, 1번 실린더의 단위 사이클 구간을 보면, 직전 사이클(도 4의 (a))에서 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이인 비교값(Drpm')과 현재 사이클(도 4의 (b))에서의 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이인 비교값(Drpm)이 확연히 비교될 정도로 차이가 나는 것을 알 수 있다.
- [0076] 이처럼 같은 동일 기통의 단위 사이클 구간의 기울기 간 확연한 차이가 있는 경우 실화 진단부(29)는 해당 기통(1번 실린더)에서 실화(Misfire)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 바람직하게는, 실화 진단부(29)는 기통 별 비교값(Drpm)과 직전 사이클의 동일 기통 별 비교값(Drpm') 차이(Drpm' - Drpm)의 절대값이 기록장치에 맵핑된 임계값(Threshold₂)보다 크면 실화로 진단할 수 있다.
- [0077] 한편, 직전 사이클의 동일 기통이 실화로 진단된 경우, 예를 들어 1번 실린더가 직전에 실화로 진단된 경우라면, 반대로 직전 단위 사이클 구간에서의 비교값과 현재 단위 사이클 구간에서의 비교값 차이(Drpm' - Drpm)의 절대값이 상기 임계값(Threshold₂)보다 크면 정상점화로 진단하고, 그 차이(Drpm' - Drpm)의 절대값이 임계값(Threshold₂)과 같거나 작으면 연속실화로 진단할 수 있다.
- [0078] 이처럼 본 발명의 실시 예에 따른 다기통 엔진의 실화 진단 장치는, 기통 별로 구분하여 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이로 정의되는 비교값을 임계값과 비교하거나, 직전 사이클에서 추출된 동일 기통의 비교값과 비교하여 실화 여부를 진단함으로써, 실화 발생 여부는 물론, 실화가 발생한 기통, 즉 실린더 위치까지 정확하게 진단 및 검출해낼 수 있다.
- [0079] 이하, 전술한 다기통 엔진의 실화 진단 장치에 의해 수행되는 다기통 엔진에 대한 실화 진단 과정을 도 5의 순서도를 참조하여 살펴보기로 한다.
- [0080] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 다기통 엔진의 실화 진단 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 설명의 편의를 위해 도 1에 도시된 구성은 해당 참조번호를 언급하여 설명하기로 한다.
- [0081] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 다기통 엔진의 실화 진단 장치에 의해 행해지는 실화 진단은, 선형 추세 제거단계(S100), 속도 극값 추출단계(S200), 비교값 산출단계(S300) 및 실화 진단단계(S400)를 거쳐 행해진다. 이하 각 단계에서 행해지는 연산 또는 처리 과정을 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [0082] 선형 추세 제거단계(S100)에서는 한 사이클 동안 타겟 휠(40)의 회전을 검출하여 크랭크각 센서(10)가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)한다. 크랭크각 센서가 출력하는 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하지 않으면, 정상 점화에서 발생한 오버슈트(Overshoot)가 실화가 발생한 기통, 즉 실린더의 엔진 속도 변동에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.
- [0083] 경우에 따라 선형 추세 제거단계(S100)에는, 크랭크각 센서(10)의 투스 신호를 일정한 간격으로 추려 처리할 신호 데이터의 양을 줄이고, 이를 통해 제어가 부담해야 할 연산 부하를 크게 경감시키는 다운 샘플링 과정이 포함될 수 있다. 이 경우 최대 다운 샘플링은 기통 별 흡기행정 초기와 배기행정 말기, 그리고 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 위치에서만 투스 신호를 수집하는 경우일 수 있다.
- [0084] 속도 극값 추출단계(S200)에서는 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 상기 속도 추세선 생성에 필요한 투스 신호를 수집하는 위치와는 다른 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 속도 극값(엔진 속도 최대값과 최소값)을 생성한다. 마찬가지로, 4기통 엔진일 경우를 예로 들면, 한 사이클에서 기통 별로 2개씩 총 8개의 속도 극값을 생성할 수 있다.

- [0085] 속도 극값 추출에 필요한 투스 신호를 수집하는 다른 두 특정 위치는 바람직하게, 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 타겟 휠(40)의 회전위치로서, 동일한 모사 환경의 시뮬레이션이나 반복 실험을 통해 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 타겟 휠 회전위치를 구하고, 구해진 회전위치의 평균값을 도출하여 기통 별로 설정한 고정값일 수 있다.
- [0086] 물론, 속도 극값 추출을 위한 타겟 휠(40)의 회전 위치를 고정값으로 사용하는 것에 국한되는 것은 아니다. 연소 특성상 사이클마다 엔진 속도 최대값과 최소값이 나타나는 타겟 휠(40)의 회전위치가 약간씩 변동될 수 있기 때문에, 매 사이클마다 기통 별 타겟 휠(40)의 각속도가 최대가 되는 위치와 최소가 되는 위치의 투스 신호로부터 기통 별 속도 극값을 추출할 수도 있다.
- [0087] 속도 극값 추출단계(S200)에서 추출된 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값은 이후 과정인 비교값 산출단계(S300)에서 비교값(Drpm)을 산출하는데 활용된다. 이때 비교값(Drpm)은 구체적으로, 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값을 뺀 값으로서, 앞서 첨부된 도 3에서 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 y축 방향 직선 거리일 수 있다.
- [0088] 마지막 단계인 실화 진단단계(S400)에서는 비교값 산출단계(S300)에서 산출된 상기 비교값(Drpm)을 분석하고, 분석된 내용을 바탕으로 기통 별 실화여부를 진단한다. 일 예로서, 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이로 정의되는 상기 비교값(Drpm)을 기록장치에 맵핑된 기통 별 임계값(Threshold₁)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0089] 다른 예로서, 기통 별 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)과 직전 사이클에서 같은 방법으로 구해진 동일 기통의 비교값(Drpm')의 차이(Drpm' - Drpm)를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다. 이 경우 바람직하게는, 상기 차이(Drpm' - Drpm)를 기록장치에 맵핑된 다른 임계값(Threshold₂)과 비교하여 기통 별 실화여부를 진단할 수 있다.
- [0090] 정상점화에서는 기통 별 폭발행정에서 엔진 속도를 가속시키는 에너지원이 발생한다. 때문에 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이인 상기 비교값(Drpm)이 비교적 작다. 4기통 엔진일 경우, 정해진 순서(1번(Cyl 1)-3번(Cyl 3)-4번(Cyl 4)-2번(Cyl 2) 기통(실린더) 순)대로 폭발(팽창 연소)이 정상적으로 일어나면 전체적인 엔진 속도 변동폭이 크지 않기 때문이다(도 3 참조).
- [0091] 반면, 실화가 발생하면 상기 비교값(Drpm)은 정상점화 시(도 3에서 1번, 4번, 2번 실린더)에 비해 뚜렷하게 큰 폭으로 나타난다(도 3에서 3번 실린더의 단위 사이클 구간). 특정 기통(도 3에서 3번 실린더)에서 실화가 발생하면 폭발에 의한 에너지 추가가 없는 것이므로 해당 기통의 엔진 속도 변동폭은 다른 기통에 비해 크게 클 수 밖에 없다.
- [0092] 따라서 전술한 기통 별 상기 비교값(Drpm)을 분석하면 실화(Misfire) 발생 여부는 물론, 몇 번 실린더에 실화가 발생한 것인지를 정확하게 진단할 수 있다. 본 발명은 이처럼 실화 발생 여부에 따라 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값의 차이로 정의되는 비교값(Drpm)이 뚜렷하게 다른 양상으로 나타나는 점을 이용하여 실화 여부를 진단하는 것이다.
- [0093] 이상에서 살펴본 본 발명의 실시 예에 따르면, 정상점화와 실화를 명확하게 구분할 수 있는 엔진 특성에 관한 몇 가지 정보(크랭크각 센서의 출력 신호로 알 수 있는 기통 별 흡입행정 초기 엔진 속도와 배기행정 말기 엔진 속도, 기통 별 엔진 속도 최대값과 최소값)만을 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단할 수 있다.
- [0094] 즉 실화 여부를 명확하게 판단할 수 있는 최소한의 주요 정보만을 가지고 실화를 진단/검출함으로써, 실화 진단/검출을 위한 프로세스를 단순화하면서도 정확도 높은 실화 진단/검출이 가능하며, 별도의 하드웨어적인 추가 구성 없이도 소프트웨어만으로 구현이 가능하므로 개발비용이 저렴하다는 장점이 있다.
- [0095] 더욱이 본 발명은, 기통 별로 구분하여 엔진 속도 최대값에서 최소값의 차이로 정의되는 비교값을 임계값과 비교하거나, 직전 사이클에서 추출된 동일 기통의 비교값과 비교하여 실화 여부를 진단함으로써, 실화 발생 여부는 물론, 실화가 발생한 기통, 즉 실린더 위치까지 정확하게 진단 및 검출해낼 수 있다는 장점이 있다.
- [0096] 이상의 본 발명에서는 4기통 엔진을 예로 들어 실화 발생 여부 및 실화 발생 위치를 진단하는 것을 예로 들어 설명하였으나, 본 발명의 엔진 실화 발생 여부 및 실화 발생 실린더 진단 과정은 4기통 엔진에 한정되는 것은 아니며, 2기통 이상의 다기통 엔진, 예컨대, 6기통, 8기통, 16기통 엔진 등 다양한 종류의 엔진에 확대 적용할 수 있음은 당연하다.

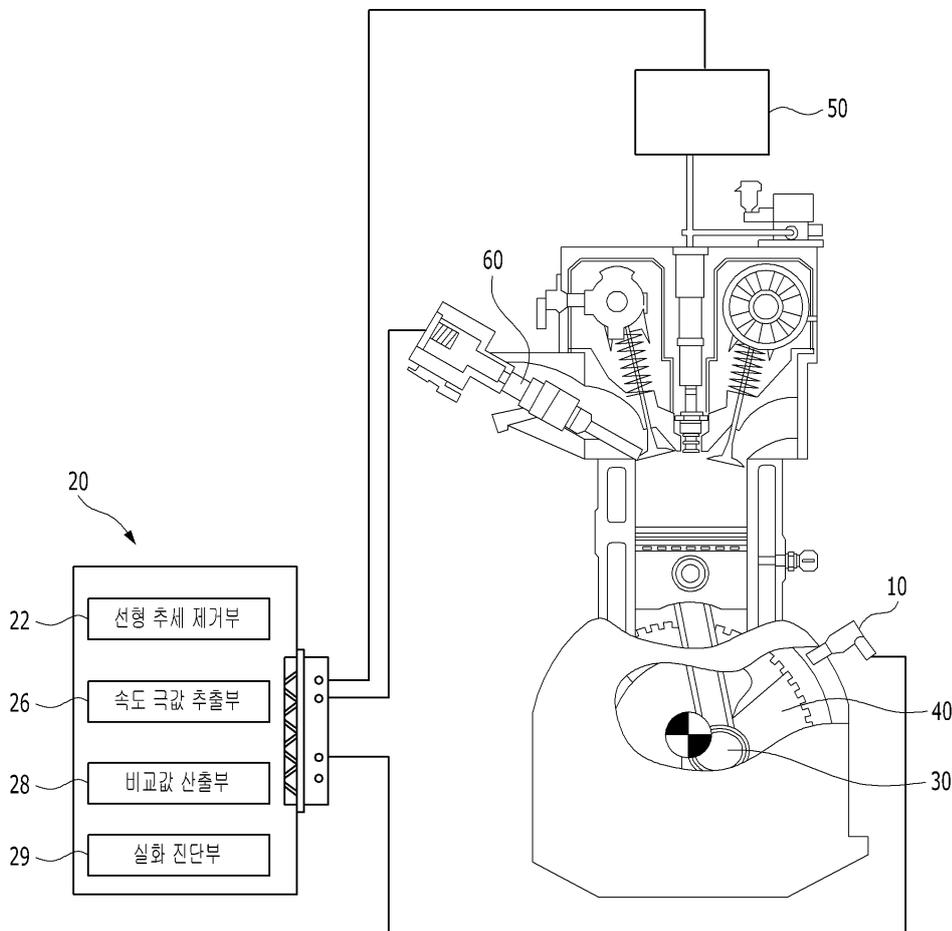
[0097] 이상의 본 발명의 상세한 설명에서는 그에 따른 특별한 실시 예에 대해서만 기술하였다. 하지만 본 발명은 상세한 설명에서 언급되는 특별한 형태로 한정되는 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 오히려 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

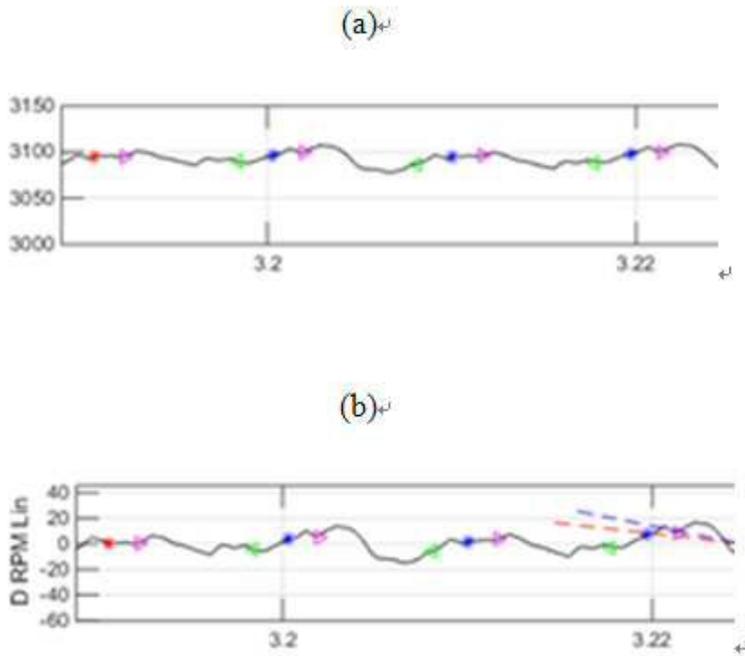
- [0098]
- 10 : 크랭크각 센서
 - 20 : 제어기
 - 22 : 선형 추세 제거부
 - 26 : 속도 극값 추출부
 - 28 : 비교값 산출부
 - 29 : 실화 진단부
 - 30 : 크랭크축
 - 40 : 타켓 휠
 - 50 : 점화코일
 - 60 : 연료인젝터

도면

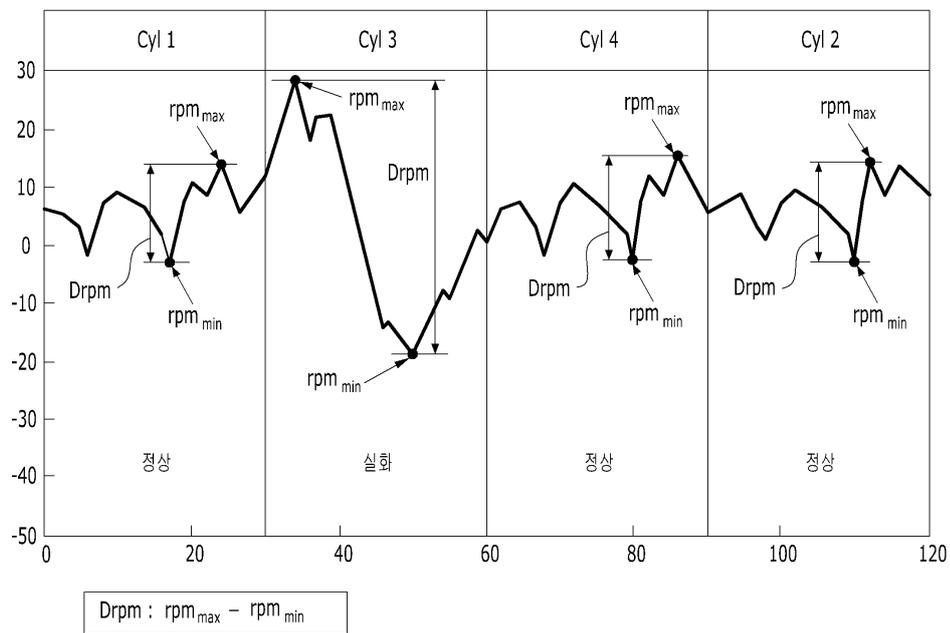
도면1



도면2

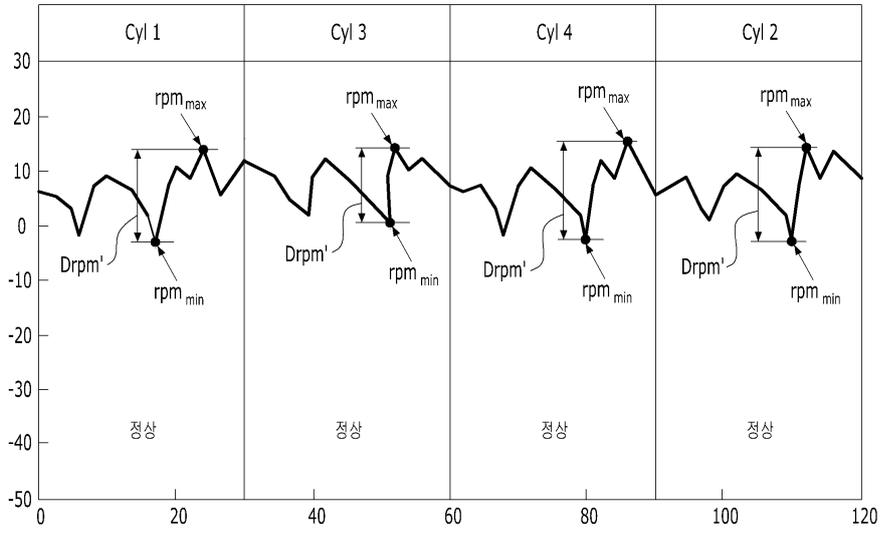


도면3

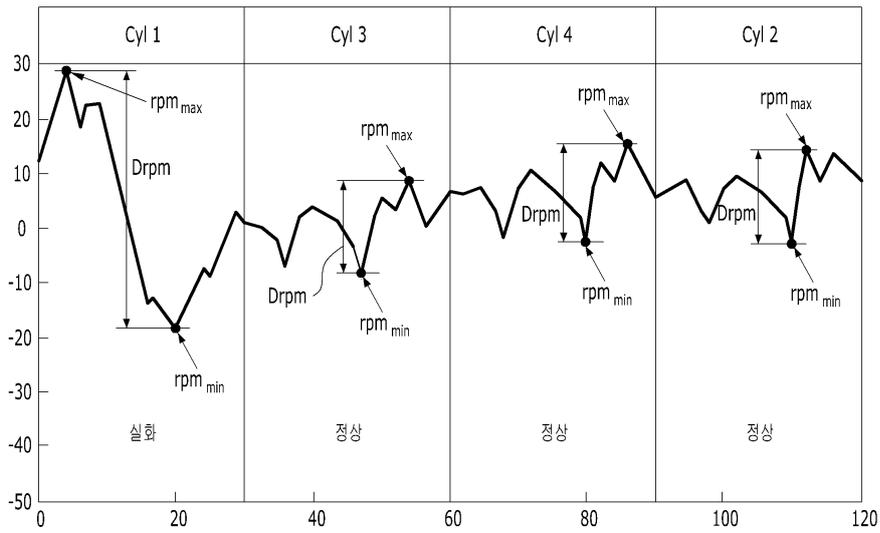


도면4

(a)



(b)



도면5

