



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월10일
(11) 등록번호 10-2554010
(24) 등록일자 2023년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 41/22 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)
G01M 15/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02D 41/22 (2013.01)
F02D 41/009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0194395
(22) 출원일자 2021년12월31일
심사청구일자 2021년12월31일
(65) 공개번호 10-2023-0103482
(43) 공개일자 2023년07월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR102131713 B1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 현대케피코
경기도 군포시 고산로 102 (당정동)
(72) 발명자
한풍규
경기도 용인시 수지구 포은대로 219, 303동 403호(상현동, 서원마을3단지 아이파크)
(74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 8 항

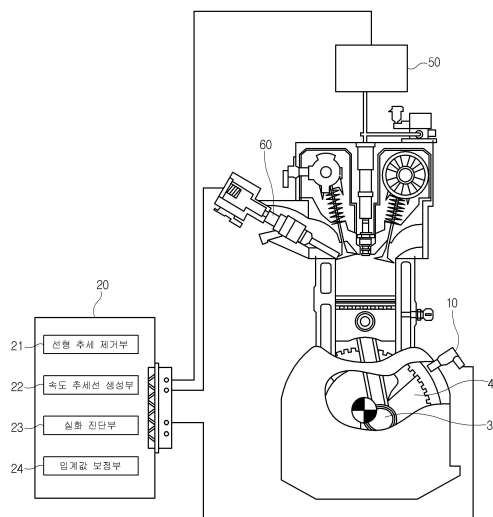
심사관 : 윤마루

(54) 발명의 명칭 엔진의 실화 진단 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호를 이용하여 엔진의 실화 여부를 진단하는 엔진의 실화 진단 방법 및 장치에 관한 것으로, 상기 엔진의 실화 진단 방법은 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거하는 선형 추세 제거단계와, 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 미리 설정된 두 특정 위치의 투스 신호로부터 속도 추세를 생성하는 속도 추세선 생성단계와, 상기 속도 추세선의 기울기와 미리 설정된 임계값을 비교하여 실화여부를 진단하는 실화 진단단계, 그리고 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 상기 임계값을 보정하는 임계값 보정단계를 포함한다. 이러한 방법으로, 실화 진단 지표를 대상 차량에 대응하여 보정할 수 있어 보다 정확하게 실화를 진단할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01M 15/11 (2013.01)

F01L 2820/042 (2013.01)

F02D 2200/1015 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1019950014561 A

KR1019940000742 A

JP2006152971 A

JP2009215999 A

KR1020160146335 A

명세서

청구범위

청구항 1

크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호(Tooth time signal)를 이용하여 엔진의 실화 여부를 진단하는 엔진의 실화 진단 방법에 있어서,

한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거단계;

선형 추세가 제거된 투스 신호 중 미리 설정된 두 특정 위치의 투스 신호로부터 속도 추세를 생성하는 속도 추세선 생성단계;

상기 속도 추세선의 기울기와 미리 설정된 임계값(Threshold)을 비교하여 실화여부를 진단하는 실화 진단단계; 및

정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 그에 대응하여 상기 임계값을 보정하는 임계값 보정단계;

를 포함하는 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 임계값 보정단계는,

정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 보정값을 미리 설정된 임계값에 더하여 보정하는 것을 특징으로 하는 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 속도 추세선 생성단계는,

흡입행정 초기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 흡입행정 초기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 한 점과,

배기행정 말기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 배기행정 말기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 다른 한 점을 연결하여 속도 추세를 생성하는 것을 특징으로 하는 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 실화 진단단계는,

상기 속도 추세선의 기울기가 상기 임계값보다 작으면 실화로 진단하고, 같거나 크면 정상점화로 진단하는 것을 특징으로 하는 엔진의 실화 진단 방법.

청구항 6

엔진 크랭크축의 타겟 휠(Target wheel) 둘레에 배치되어 엔진 속도 계산에 필요한 투스 신호(Tooth time signal)를 생성하는 크랭크각 센서; 및

상기 크랭크각 센서의 투스 신호로부터 한 사이클의 엔진 속도 변화를 분석하고 분석 결과를 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단하는 제어기;를 포함하고,

상기 제어기는,

한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거부;

선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 미리 설정된 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 속도 추세를 생성하는 속도 추세선 생성부;

생성된 속도 추세선의 기울기와 미리 설정된 임계값(Threshold)을 비교하여 실화여부를 진단하는 실화 진단부; 및

정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 그에 대응하여 상기 임계값을 보정하는 임계값 보정부;

를 포함하는 엔진의 실화 진단 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 임계값 보정부는,

정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 보정값을 미리 설정된 임계값에 더하여 보정하는 것을 특징으로 하는 엔진의 실화 진단 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 속도 추세선 생성부는,

흡입행정 초기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 흡입행정 초기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 한 점과,

배기행정 말기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 배기행정 말기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 다른 한 점을 연결하여 속도 추세선을 생성하는 것을 특징으로 하는 엔진의 실화 진단 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 실화 진단부는,

상기 속도 추세선의 기울기가 상기 임계값보다 작으면 실화로 진단하고, 같거나 크면 정상점화로 진단하는 것을 특징으로 하는 엔진의 실화 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 엔진의 실화 진단 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 엔진의 속도 정보를 이용하여 실화 여부를 판단하는 실화 진단 지표를 보정할 수 있는 엔진의 실화 진단 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 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.

[0004] 이에 따라, 자동차의 경우 ECU 내에 실화검출 로직을 탑재하여 실화를 진단함으로써 대기오염이나 촉매 손상을 방지하고 있다. 일반 양산 차량의 경우 크랭크각 센서에서 계측된 투스 신호(Tooth time signal)로부터 엔진 속도를 추출하여 실화를 진단하는 엔진 러프니스(Engine roughness) 방법이 주로 채택되고 있다.

[0005] 엔진 변동성을 이용한 엔진 러프니스 방법은 CARB(미국 캘리포니아 대기환경청)에서 규정하고 있는 실화 검출 영역을 커버하기는 하나, Post Oscillation 현상에 의한 실화 진단의 정확성이 떨어지는 한계가 있다.

[0006] 엔진 변동성을 이용하는 방식 외에도 폭발 행정 과정에서 점화 플러그 회로에서 발생하는 이온 전류(Ionic current)를 계측하여 실화를 진단하는 방법도 알려져 있다. 또한 실린더의 연소 압력을 직접 계측하여 실화를 진단하는 방법도 알려진 바 있다.

[0007] 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.

[0008] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 한국등록특허 제10-2163796호(이하 '특허문헌 1'이라 지칭)에서는 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 대기통 엔진의 실화 진단 방법 및 장치를 개시하고 있다.

[0009] 상기 특허문헌 1의 실화 진단 방법 및 장치는 별도의 추가 구성 없이 크랭크각 센서가 출력하는 신호로부터 알 수 있는 기통 별 흡입행정 초기 엔진 속도와 배기행정 말기 엔진 속도 데이터로부터 산출된 속도 추세선의 기울기와 임계값을 비교하여 실화 여부를 효과적으로 진단할 수 있다.

[0010] 다만, 특허문헌 1에서는 기준 차량에서 속도 추세선의 기울기와 임계값을 미리 산출한 후에 이 값을 대상 차량들에 기준 값으로 고정하여 실화 여부를 진단하고 있다.

[0011] 하지만, 동일한 차종이라도 엔진의 피스톤 왕복 운동의 불균일성, 크랭크 축의 비틀림 진동, 투스(Tooth)의 가공 공차 등이 차량마다 조금씩 다르기 때문에 속도 추세선의 기울기가 달라질 수 있으므로 이를 고려하여 실화 진단 지표를 보정할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2163796호 (2020.09.29)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 엔진의 속도 정보를 이용하여 실화 여부를 판단하는 실화 진단 지표를 대상 차량에 대응하여 보정할 수 있는 엔진의 실화 진단 방법 및 장치를 제공하는 데

에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 방법은, 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호(Tooth time signal)를 이용하여 엔진의 실화 여부를 진단하는 엔진의 실화 진단 방법에 관한 것이다.
- [0017] 보다 구체적으로, 상기 엔진의 실화 진단 방법은 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거단계; 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 미리 설정된 두 특정 위치의 투스 신호로부터 속도 추세선을 생성하는 속도 추세선 생성단계; 상기 속도 추세선의 기울기와 미리 설정된 임계값(Threshold)을 비교하여 실화여부를 진단하는 실화 진단단계; 및 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 상기 임계값을 보정하는 임계값 보정단계;를 포함하여 이루어진다.
- [0018] 여기서, 상기 임계값 보정단계는, 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 그에 대응하여 상기 임계값을 보정하도록 이루어진다.
- [0019] 보다 구체적으로, 상기 임계값 보정단계는, 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 보정값을 미리 설정된 임계값에 더하여 보정하도록 이루어질 수 있다.
- [0020] 상기 속도 추세선 생성단계는, 흡입행정 초기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 흡입행정 초기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 한 점과, 배기행정 말기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 배기행정 말기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 다른 한 점을 연결하여 속도 추세선을 생성하도록 이루어질 수 있다.
- [0021] 그리고, 상기 실화 진단단계는, 상기 속도 추세선의 기울기가 상기 임계값보다 작으면 실화로 진단하고, 같거나 크면 정상점화로 진단하도록 이루어질 수 있다.
- [0023] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 장치는, 엔진 크랭크축의 타겟 휠(Target wheel) 둘레에 배치되어 엔진 속도 계산에 필요한 투스 신호(Tooth time signal)를 생성하는 크랭크각 센서; 및 상기 크랭크각 센서의 투스 신호로부터 한 사이클의 엔진 속도 변화를 분석하고 분석 결과를 이용하여 실화(Misfire) 여부를 진단하는 제어기;를 포함하도록 이루어진다.
- [0024] 여기서, 상기 제어기는, 한 사이클 동안 상기 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호에서 선형 추세를 제거(Linear Detrend)하는 선형 추세 제거부; 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 미리 설정된 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 속도 추세선을 생성하는 속도 추세선 생성부; 생성된 속도 추세선의 기울기와 미리 설정된 임계값(Threshold)을 비교하여 실화여부를 진단하는 실화 진단부; 및 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 상기 임계값을 보정하는 임계값 보정부;를 포함하도록 이루어질 수 있다.
- [0025] 상기 임계값 보정부는, 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 그에 대응하여 상기 임계값을 보정하도록 이루어질 수 있다.
- [0026] 보다 구체적으로, 상기 임계값 보정부는, 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 보정값을 미리 설정된 임계값에 더하여 보정하도록 이루어질 수 있다.
- [0027] 상기 속도 추세선 생성부는, 흡입행정 초기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 흡입행정 초기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 한 점과, 배기행정 말기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 배기행정 말기 시간 성분을 포함하는 엔진 속도 커브 상의 다른 한 점을 연결하여 속도 추세선을 생성하도록 이루어질 수 있다.
- [0028] 그리고, 상기 실화 진단부는, 상기 속도 추세선의 기울기가 상기 임계값보다 작으면 실화로 진단하고, 같거나 크면 정상점화로 진단하도록 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 의한 엔진의 실화 진단 방법 및 장치에 따르면, 엔진의 속도 정보를 이용하여 실화 여부를 판단하는 실화 진단 지표를 대상 차량에 대응하여 보정할 수 있어 보다 정확하게 실화를 진단할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 장치를 개략적으로 도시해 보인 도면,
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 장치에서 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하기 전과 선형 추세 제거 후 경과시간에 따른 엔진 속도 변동을 도시한 그래프,
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 방법에서 속도 추세선 생성 과정을 나타낸 그래프,
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 방법에서 4기통 엔진의 기통 별 속도 추세선의 기울기를 추출한 결과를 나타낸 3차원 그래프,
 도 5는 1번 실린더에 대한 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선(DL)과 1번 실린더에서 실제 생성된 정상점화 상태에서 속도 추세선(RL)을 나타낸 그래프,
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이고,
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 방법에서 임계값 보정단계를 개략적으로 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0034] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 의도는 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[0035] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0036] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석될 수 있으며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않을 수 있다.

[0038] 이하에서는 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 구체적인 실시예에 대하여 설명한다.

[0039] 본 발명의 실시예를 설명함에 있어 사용되는 용어 중 「한 사이클」은 엔진 크랭크축이 두 바퀴 회전하는 구간으로써, 각 기통마다 흡입-압축-폭발(연소 팽창)-배기 행정을 한 차례씩 포함하는 구간을 의미한다. 예를 들어, 4기통 엔진인 경우 4개의 기통(Cylinder)이 정해진 순서대로 흡입-압축-폭발-배기를 수행하여 상기 크랭크축을 두 바퀴 회전시키면 한 사이클이 마무리된다.

[0040] 또한, 본 발명의 실시예를 설명함에 있어 사용되는 용어 중 「속도 추세선」은 전술한 한 사이클 동안 크랭크축의 회전각도 또는 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.

[0041] 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 복수의 투스(Tooth)를 상기 크랭크각 센서(Crank shaft position sensor)가 인식하여 출력하는 신호를 의미한다.

[0042] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 장치를 개략적으로 도시해 보인 도면이다.

- [0043] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 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.
- [0044] 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 출력한다.
- [0045] 상기 제어기(20)는 가속 페달 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.
- [0046] 실화(Misfire)는 엔진 실린더에 분사된 연료가 연소하지 않고 그대로 외기로 배출되는 현상을 말한다. 실화가 발생하면 폭발(연소 팽창)행정에서 엔진 속도를 가속시키는 에너지원이 발생하지 않기 때문에 투스 신호(Tooth time signal), 엔진 크랭크축이 일정 각도 회전하는데 소요되는 시간)의 주기성이 훼손된다.
- [0047] 실화는 폭발 행정에서의 연료 미연소 → 연소압 미생성 → 피스톤 속도 감소 → 크랭크축 회전 모멘텀 감소로 나타나며, 이로 인해 투스 타임이 길어지고 엔진 속도는 감소한다. 즉, 실화가 발생하면 엔진을 구동시키는 에너지원이 발생하지 않아 엔진 속도가 감소하므로, 한 사이클에서의 엔진 속도를 분석하면 실화 여부를 진단할 수 있다.
- [0048] 본 발명은 이처럼 실화 시 나타나는 엔진 속도의 변화 특성을 이용하여 엔진에서 발생하는 실화를 정확하면서도 신속하게 진단/검출할 수 있다. 특히, 다기통 엔진에서는 각 기통 별로 실화 발생 여부를 진단/검출할 수 있다.
- [0049] 이를 위하여, 상기 제어기(20)는 선형 추세 제거부(21)와, 속도 추세선 생성부(22), 그리고 속도 추세선 정보를 바탕으로 실화 여부를 진단하는 실화 진단부(23)를 포함한다.
- [0050] 상기 선형 추세 제거부(21)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, 실화가 발생한 직후에 나타나는 Post Oscillation 현상이 기통 별 엔진 속도 변동에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.
- [0051] 실화 직후에 나타나는 Post Oscillation 현상이 기통 별 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, 실화 직후에 나타나는 Post Oscillation 현상이 엔진 속도에 미치는 영향을 사전에 제거함이 바람직하다.
- [0052] 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.
- [0053] 도 2의 (a)는 크랭크각 센서가 출력하는 투스 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하기 전 시간 경과에 따른 엔진 속도 변동을 도시한 그래프이고, 도 2의 (b)는 선형 추세 제거 후 엔진 속도 변동을 도시한 그래프이다.
- [0054] 상기 속도 추세선 생성부(22)는 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 미리 설정된 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 속도 추세선을 생성한다. 예를 들어, 4개의 실린더를 갖는 4기통 엔진일 경우 한 사이클에서 기통 별로 총 4개의 속도 추세선을 생성한다. 같은 식으로 6기통 엔진인 경우에는 한 사이클에서 기통 별로 총 6개의 추세선을 생성한다.
- [0055] 속도 추세선 생성에 필요한 투스 신호를 수집하는 상기 두 특정 위치는 바람직한 일례로서, 기통 별 흡입행정 초기 및 배기행정 말기 각각의 크랭크축 회전위치에 대응하여 설정된 타겟 휠(40)의 회전위치일 수 있다. 예를 들어, 4개의 실린더를 갖는 4기통 엔진일 경우 한 사이클에서 기통 별 흡입행정 초기와 배기행정 말기 각각의 크랭크축 회전위치에 대응하는 타겟 휠(40)의 회전위치일 수 있다.
- [0056] 도 3을 참조하여 바람직한 일례에 따른 속도 추세선 생성 과정을 살펴보기로 한다.
- [0057] 도 3은 속도 추세선 생성 과정을 설명하기 위한 예시도로서, 1번(Cyl #1), 3번(Cyl #3), 4번(Cyl #4), 2번(Cyl #2) 기통(실린더) 순으로 연소가 이루어지는 4기통 엔진에서 크랭크각 센서(10)가 출력하는 투스 신호(크랭크축 각도)를 기통 별로 구분하여 선형 추세 제거(Linear Detrend) 후 시간 경과(x축 방향)에 따른 엔진 속도 변화(y

축 방향)로 나타낸 실험 데이터이다.

- [0058] 도 3에서 x축인 시간 경과를 크랭크축 각도(Crankshaft angle)로 표시하였고, 이는 투스 신호로 대체할 수 있다. 즉, 크랭크축 각도가 180도이면 30번째 투스 신호, 360도이면 60번째 투스 신호, 540도이면 90번째 투스 신호, 720도이면 120번째 투스 신호에 해당한다.
- [0059] 도 3을 참조하면, 속도 추세선(L1)은 기통 별 흡입행정 초기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 시간 성분을 포함하는 속도 커브 상의 한 점(P1)과, 기통 별 배기행정 말기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 시간 성분을 포함하는 속도 커브 상의 다른 한 점(P2)을 연결함으로써 생성될 수 있다.
- [0060] 보다 구체적으로, 도 3에서 P1은 y축 상으로 엔진 속도 성분을 포함하고 x축 상으로는 시간 성분을 포함하는 점이고, P2 역시 y축 상으로 엔진 속도 성분을 포함하고 x축 상으로는 다른 값의 시간 성분을 포함하는 점이므로, 간단한 수학적식(두 점을 지나는 직선을 구하는 식)을 통해 속도 추세선(L1)을 구할 수 있다.
- [0061] 도 3에서, x축과 y축은 각각 시간과 엔진 속도를 나타내므로, 속도 추세선(L1)의 기울기는 엔진 각속도의 차원을 가지며, 속도 추세선의 기울기는 기통 별로 흡입행정 초기와 배기행정 말기 사이의 엔진 속도의 변화, 즉 엔진 각속도의 크기를 수치화한 것이다
- [0062] 물론, 위에서 설명한 속도 추세선 생성은 본 발명의 바람직한 하나의 실시예로서 이에 국한되는 것은 아니다. 즉 속도 추세선을 생성하는 과정에 대해 바람직한 일례로서, 흡입행정 초기와 배기행정 말기의 투스 신호를 이용하는 방법을 예로 들어 도시하고 설명하였으나, 속도 추세선을 생성함에 있어 사용되는 두 점이 도 3에 예시된 두 점으로 국한됨을 의미하는 것은 아니다.
- [0063] 속도 추세선을 생성함에 있어 사용되는 두 점은, 도 3의 엔진 속도 커브 상에서 실화 시 에너지원 미발생으로 인한 엔진 속도 감소 패턴이 정상점화에서의 엔진 속도 증가 패턴과 명확하게 구분되어 표현될 수 있는 점이긴 만 하면 된다. 즉 두 점은 실화에 의한 속도 감소를 가장 잘 표현할 수 있는 점이긴 만 하면 된다.
- [0064] 속도 추세선 생성부(22)에서 생성된 속도 추세선(L1)에 관한 정보는 실화 진단부(23)로 제공된다. 실화 진단부(23)는 제공받은 정보(속도 추세선)로부터 속도 추세선(L1)의 기울기를 추출한다. 그리고 추출된 속도 추세선(L1)의 기울기를 분석하여 기통 별 실화여부를 진단한다. 바람직하게는, 속도 추세선(L1)의 기울기를 임계값(Threshold)과 비교하여 실화여부를 진단한다.
- [0065] 속도 추세선(L1)은 엔진 커브 상에서 서로 다른 두 점을 연결한 선이다. 때문에 도 3에 예시된 엔진 커브 상에서 해당 속도 추세선(L1)은 당연히 기울기 값을 포함한다. 따라서 실화 진단부(23)는 해당 속도 추세선(L1)의 기울기를 추출하고, 추출된 속도 추세선(L1)의 기울기를 미리 설정된 임계값과 비교하여 실화 여부를 진단하는 것이다.
- [0066] 정상점화에서는 기통 별 폭발행정에서 엔진 속도를 가속시키는 에너지원이 발생한다. 반면, 실화가 발생하면 엔진 속도를 가속시키는 에너지 추가가 없다. 때문에 속도 추세선(L1)의 기울기는 도 3과 같이 실화와 정상점화에서 뚜렷하게 다른 양상으로 나타난다. 따라서 한 사이클에서 기통 별 속도 추세선의 기울기 정보만으로도 실화 발행 여부를 정확하게 진단할 수 있다.
- [0067] 실화 진단부(23)는 구체적으로, 속도 추세선(L1)의 기울기가 상기 임계값보다 작으면 실화로 진단할 수 있다. 반대로 속도 추세선(L1)의 기울기가 임계값과 같거나 임계값보다 크면 정상점화로 진단할 수 있다. 즉 속도 추세선(L1)에서 추출된 기울기가 사전에 설정된 임계값보다 작은지 여부에 따라 실화를 진단하는 알고리즘을 포함할 수 있다.
- [0068] 실화 여부를 판단함에 있어 기준이 되는 상기 임계값은 엔진 부하(Load)와 속도(rpm) 별 정상점화와 실화를 구분할 수 있는 속도 추세선의 기울기를 동일 모사 환경의 시뮬레이션이나 반복 실험을 통해 구하고, 구한 값을 전용 맵에 상기 엔진 부하(Load)와 엔진 속도(rpm) 2가지 인자에 대해 M x N 행렬 형태로 데이터화하여 저장한 값일 수 있다. 실화 진단 지표 값의 분포에 따라 M과 N은 특정 정수로 정의될 수 있다.
- [0069] 즉, 현재 엔진 부하와 속도가 입력되면, 상기 전용 맵에서 현재 엔진 부하와 속도 조건에 대응하는 행렬의 셀에 저장된 임계값을 선택하고, 이를 임계값으로 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0070] 한편, 상기 2가지 인자 중에서 상기 엔진 부하 대신 엔진 토크(Torque)가 사용될 수도 있다.
- [0071] 도 4는 4기통 엔진의 기통 별 속도 추세선의 기울기를 추출한 실험 데이터로서, 엔진 부하와 속도를 달리하면서 사전에 설정된 타이밍에 정해진 기통(실린더)의 연료 분사를 차단하여 실화를 인위적으로 발생시켰을 때 기통

별 속도 추세선으로부터 추출되는 기울기를 도시한 3차원 그래프이다.

- [0072] 도 4에 도시된 바와 같이, 엔진 구동 시 기통 별 속도 추세선에서 추출된 기울기를 의미하는 점들의 분포를 보면, 정상점화에서 나타나는 점들(정상점화 시 기통 별 속도 추세선의 기울기)과 실화 시 나타나는 점들(실화 시 기통 별 속도 추세선의 기울기)이 특정 평면을 기준으로 확연하게 구분될 수 있을 정도로 나뉘어 분포하는 것을 알 수 있다.
- [0073] 참고로, 도 4에서 특정 평면을 기준으로 그래프 상부 영역에 분포하는 무수히 많은 점들이 정상점화 시 기통 별 속도 추세선에서 추출된 기울기를 나타내는 점들이며, 하부 영역에 분포하는 무수한 점들이 연료 분사를 순간적으로 차단하여 인위적으로 실화를 발생시켰을 때 기통 별 속도 추세선에서 추출된 기울기를 나타내는 점들이다.
- [0074] 이처럼 정상점화와 실화 각각에 대해 속도 추세선의 기울기는 특정값(도 4에서 'Threshold plane'이라고 표현된 평면을 구성하는 속도 추세선 기울기 값)을 기준으로 명확히 구분되는 양상을 띤다. 즉 엔진 부하와 속도에 따라 조금씩 달라지는 상기 특정값을 기준으로 정상점화와 실화 영역이 명확히 구분되는 것을 도 4의 실험 데이터를 통해 분명히 알 수 있다.
- [0075] 따라서, 도 4의 실험 데이터에서 상기 특정 평면(Threshold plane) 상에 존재하는 점들(속도 추세선의 기울기 값들)을 추출하고, 해당 점이 추출된 위치의 엔진 부하(Load)와 속도(rpm) 값과 함께 행렬 형태로 데이터화하여 전용 맵에 기록한 뒤 임계값으로 사용하면, 현재 엔진의 속도와 부하 상황에 맞춰 임계값이 출력되므로 기통 별 실화를 정확하게 진단/검출할 수 있다.
- [0076] 이러한 상기 임계값은 기준 차량을 이용하여 모사 환경의 시뮬레이션이나 반복 실험을 통해 구해지는 값이다. 이러한 임계값을 동일한 차종인 대상 차량들에 적용하여 사용하는 경우에 차량의 컨디션, 사용 상태 등에 따라 조금씩 다르기 때문에 속도 추세선의 기울기가 달라질 수 있다.
- [0077] 이에 본 발명에서는, 미리 설정된 임계값을 대상 차량의 상태에 따라 달라지는 속도 추세선의 기울기에 대응하여 보정할 수 있어 보다 정확하게 실화를 진단할 수 있다.
- [0078] 이를 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 장치의 제어기()는 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 상기 임계값을 보정하는 임계값 보정부(24)를 포함하고 있다.
- [0079] 보다 구체적으로, 상기 임계값 보정부(24)는, 도 5를 참조하면, 정상점화 상태에서 실제 생성된 속도 추세선(RL)의 기울기가 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선(DL)의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 그에 대응하여 상기 임계값을 보정할 수 있다.
- [0080] 즉, 동일한 차종이라도 대상 차량들마다 엔진의 피스톤 왕복 운동의 불균일성, 크랭크 축의 비틀림 진동, 투스(Tooth)의 가공 공차 등이 차량마다 조금씩 다르기 때문에 속도 추세선의 기울기가 달라질 수 있다.
- [0081] 따라서, 초기에 대상 차량을 운행하여 상기 임계값을 보정할 수 있다.
- [0082] 또는, 차량을 장기간 사용한 경우에도 차량의 컨디션에 따라 속도 추세선의 기울기가 달라질 수 있으므로, 일정 기간 또는 주행 거리를 일정 주기로 하여 상기 임계값을 보정하도록 이루어질 수도 있다.
- [0083] 도 5는 1번 실린더에 대한 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선(DL)과 1번 실린더에서 실제 생성된 정상점화 상태에서 속도 추세선(RL)을 나타낸 그래프이다.
- [0084] 도 5에 도시된 바와 같이, 대상 차량에 따라서 정상점화 상태에서 실제로 생성되는 속도 추세선(RL)이 미리 저장되어 있는 정상점화 상태에서의 속도 추세선(DL)과 그 기울기가 달라질 수 있다.
- [0085] 이러한 경우에, 상기 임계값 보정부(24)는 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선(RL)의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선(DL)의 기울기 값을 뺀 보정값을 미리 설정된 임계값에 더하여 임계값을 보정할 수 있다.
- [0086] 이를 통하여, 대상 차량의 현재 상태에 따라서 임계값을 보정할 수 있어 보다 정확하게 실화 여부를 진단할 수 있다.
- [0087] 이상에서 살펴본 본 발명의 실시예에 따르면, 정상점화와 실화를 명확하게 구분할 수 있는 엔진 특성에 관한 몇 가지 정보(크랭크각 센서가 출력하는 신호로부터 알 수 있는 기통 별 흡입행정 초기 엔진 속도와 배기행정 말기 엔진 속도)만으로도 실화 여부를 진단할 수 있다.

- [0088] 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 추가 구성 없이도 소프트웨어만으로 구현이 가능하므로 개발비용이 저렴하다는 장점이 있다.
- [0089] 더욱이, 기통 별로 구분해 속도 추세선의 기울기를 임계값과 비교하여 실화 여부를 진단하기 때문에, 엔진의 한 사이클 동안 실화 발생 횟수는 물론, 실화가 발생한 기통, 즉 실린더 위치를 정확하게 진단 및 검출해낼 수 있다는 장점이 있다.
- [0090] 또한, 현재 운행하는 대상 차량에서 실제 생성되는 정상점화 상태의 속도 추세선과 미리 저장되어 있는 기준 차량의 정상점화 상태의 속도 추세선을 비교하여 기울기 값이 일정 값 이상 차이가 나면 그 차이 값만큼 임계값을 보정할 수 있어 보다 정확하게 실화를 진단할 수 있다.
- [0092] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 엔진의 실화 진단 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이고, 도 7은 상기 엔진의 실화 진단 방법에서 임계값 보정단계를 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0093] 도 1과 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 엔진 실화 진단 방법은, 타겟 휠의 투스(Tooth)를 인식한 크랭크각 센서(10)가 출력하는 투스 신호(Tooth time signal)를 이용하여 엔진의 실화 여부를 진단하는 방법으로써, 선형 추세 제거단계(S100), 속도 추세선 생성단계(S200), 실화 진단단계(S300), 그리고 임계값 보정단계(S400)를 포함한다.
- [0094] 상기 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 센서(10)가 출력하는 신호 데이터에서 선형 추세를 제거하지 않으면, 실화가 발생한 직후에 나타나는 Post Oscillation 현상이 기통 별 엔진 속도 변동에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.
- [0095] 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.
- [0096] 상기 속도 추세선 생성단계(S200)에서는 상기 선형 추세 제거단계(S100)를 통해 선형 추세가 제거된 투스 신호 중 기통 별 두 특정 위치의 투스 신호를 이용하여 기통 별 속도 추세선을 생성하는 작업이 수행된다. 예를 들어, 4기통 엔진일 경우 한 사이클에서 기통 별로 총 4개의 속도 추세선을 생성한다. 물론 4기통 엔진으로 국한되는 것은 아니며, 엔진은 2기통 이상 다기통 엔진일 수 있다.
- [0097] 속도 추세선 생성에 필요한 투스 신호를 수집하는 상기 두 특정 위치는 바람직하게, 기통 별 흡입행정 초기 및 배기행정 말기 각각의 크랭크축 회전위치에 대응하여 설정된 타겟 휠의 회전위치일 수 있다. 예를 들어, 4개의 실린더를 갖는 4기통 엔진일 경우 한 사이클에서 기통 별 흡입행정 초기 및 배기행정 말기 각각의 크랭크축 회전위치에 대응하는 타겟 휠의 회전위치일 수 있다.
- [0098] 도 3을 참조하면, 속도 추세선(L1)은 기통 별 흡입행정 초기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 시간 성분을 포함하는 속도 커브 상의 한 점(P1)과, 기통 별 배기행정 말기의 투스 신호로부터 계산되는 엔진 속도 성분과 시간 성분을 포함하는 속도 커브 상의 다른 한 점(P2)을 연결함으로써 생성될 수 있다.
- [0099] 상기 실화 진단단계(S300)에서는 상기 속도 추세선 생성단계(S200)에서 생성된 기통 별 속도 추세선에서 기울기를 추출하고, 추출된 기울기를 분석하여 실화여부를 기통 별로 진단한다. 바람직하게는, 상기 속도 추세선 생성단계(S200)에서 생성된 기통 별 속도 추세선에서 추출된 기울기를 기록장치(예컨대, 전용 메모리)에 기록된 임계값과 비교하여 실화 여부를 진단한다.
- [0100] 정상점화에서는 기통 별 폭발행정에서 엔진 속도를 가속시키는 에너지원이 발생한다. 반면, 실화가 발생하면 엔진 속도를 가속시키는 에너지 추가가 없다. 때문에 속도 추세선의 기울기는, 도 3에 도시된 바와 같이, 실화와 정상점화에서 뚜렷하게 다른 양상으로 나타난다. 따라서 기통 별 속도 추세선의 기울기 정보만 있으면 실화 발생 여부를 정확하게 진단할 수 있다.
- [0101] 상기 실화 진단단계(S300)에서는 한 사이클 동안 기통 별로 추출된 속도 추세선의 기울기가 상기 임계값보다 작으면 실화로 진단하고, 상기 속도 추세선의 기울기가 상기 임계값과 같거나 임계값보다 크면 정상점화로 진단할 수 있다.

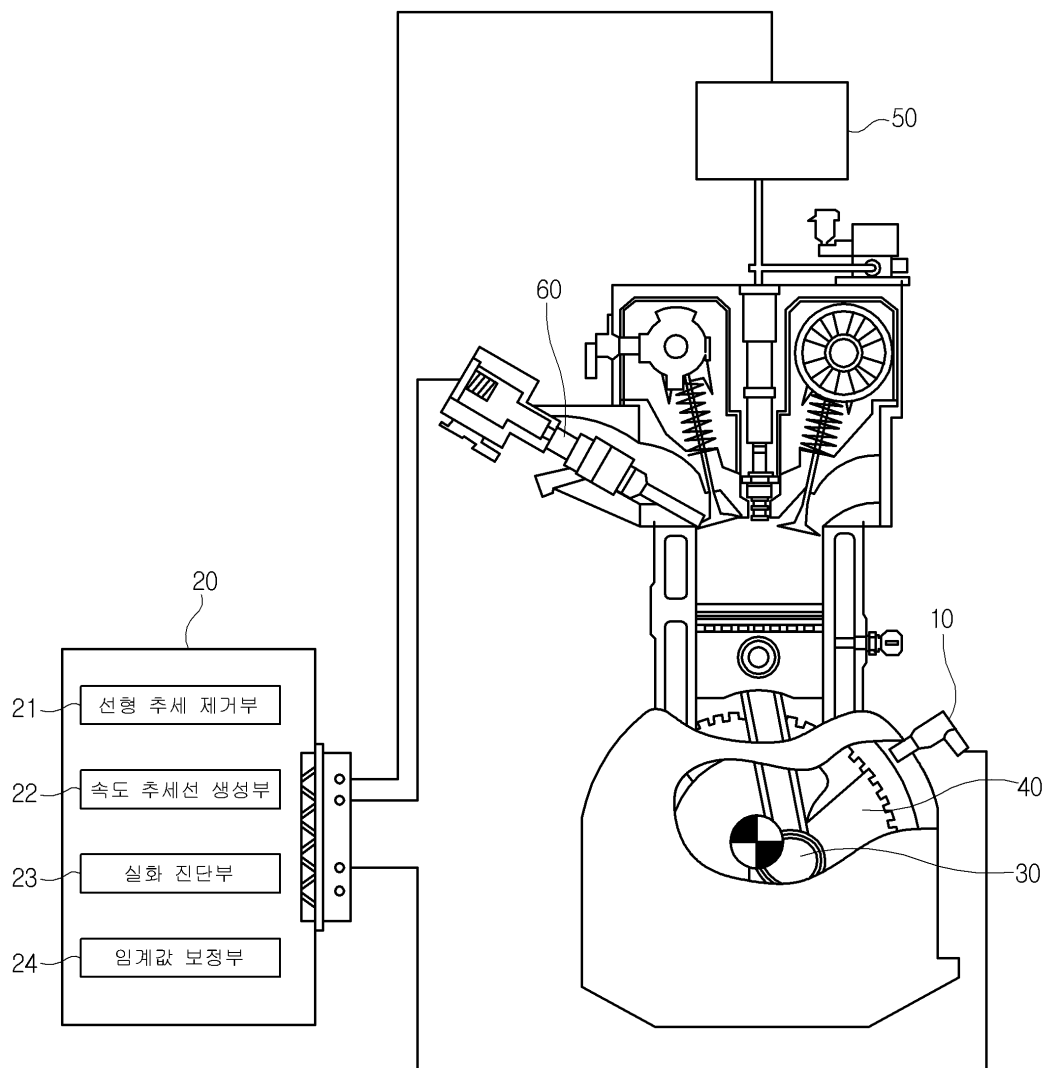
- [0102] 실화 여부를 판단함에 있어 기준이 되는 상기 임계값은, 엔진 부하(Load)와 속도(rpm) 별 정상점화와 실화를 구분할 수 있는 속도 추세선의 기울기를 동일 모사 환경의 시뮬레이션이나 반복 실험을 통해 구하고, 구한 값을 전용 맵에 상기 엔진 부하(Load)와 엔진 속도(rpm) 2가지 인자에 대해 행렬 형태로 데이터화하여 저장한 것일 수 있다.
- [0103] 상기 임계값 보정단계(S400)는 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 상기 임계값을 보정하는 단계이다.
- [0104] 이러한, 상기 임계값 보정단계(S400)는 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기가 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기와 일정 값 이상 차이가 나면 그에 대응하여 상기 임계값을 보정하도록 이루어질 수 있다.
- [0105] 보다 구체적으로, 상기 임계값 보정단계(S400)는 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기를 산출하고 (S410), 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 값이 미리 설정된 일정 값 이상이면(S420의 예), 미리 설정된 임계값에 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 보정값을 더하여 임계값을 보정하도록 이루어질 수 있다.
- [0106] 여기서, 정상점화 상태에서 생성된 속도 추세선의 기울기 값에서 미리 저장된 정상점화 상태에서의 속도 추세선의 기울기 값을 뺀 값이 미리 설정된 일정 값 미만이면(S420의 아니오) 임계값을 보정하지 않고 미리 설정되어 있는 기존의 임계값을 계속 사용한다.
- [0107] 이러한, 임계값 보정을 통하여 현재 운행하는 대상 차량에 따라 보다 정확하게 실화를 진단할 수 있다.
- [0109] 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 아니다. 2기통 이상의 다기통 엔진, 예컨대, 6기통, 8기통, 16기통 엔진 등 다양한 종류의 엔진에 확대 적용할 수 있음을 밝혀 둔다.
- [0111] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명은 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다.
- [0112] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

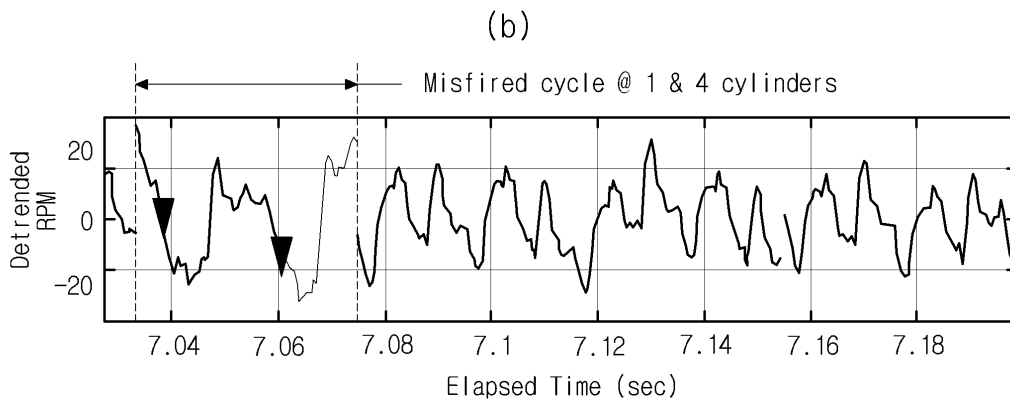
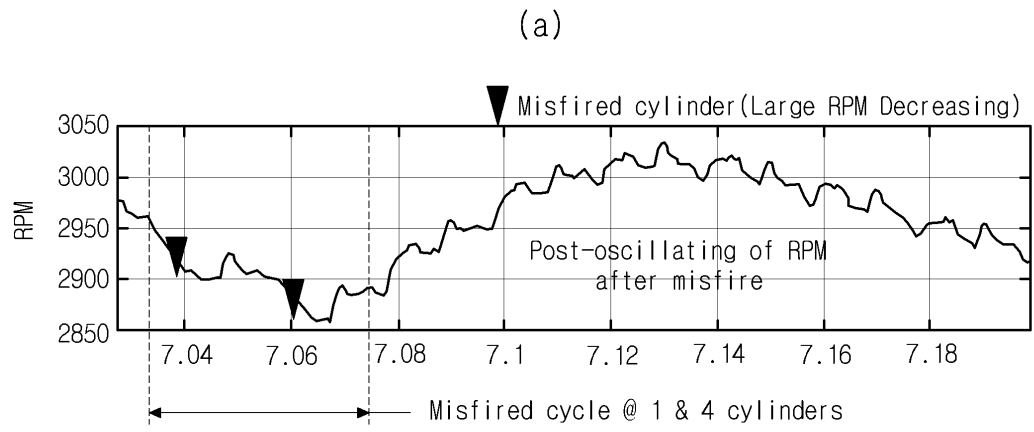
- [0114] 10 : 크랭크각 센서
- 20 : 제어기
- 21 : 선형 추세 제거부
- 22 : 속도 추세선 생성부
- 23 : 실화 진단부
- 24 : 임계값 보정부
- 30 : 크랭크축
- 40 : 타켓 휠
- 50 : 점화코일
- 60 : 연료인젝터

도면

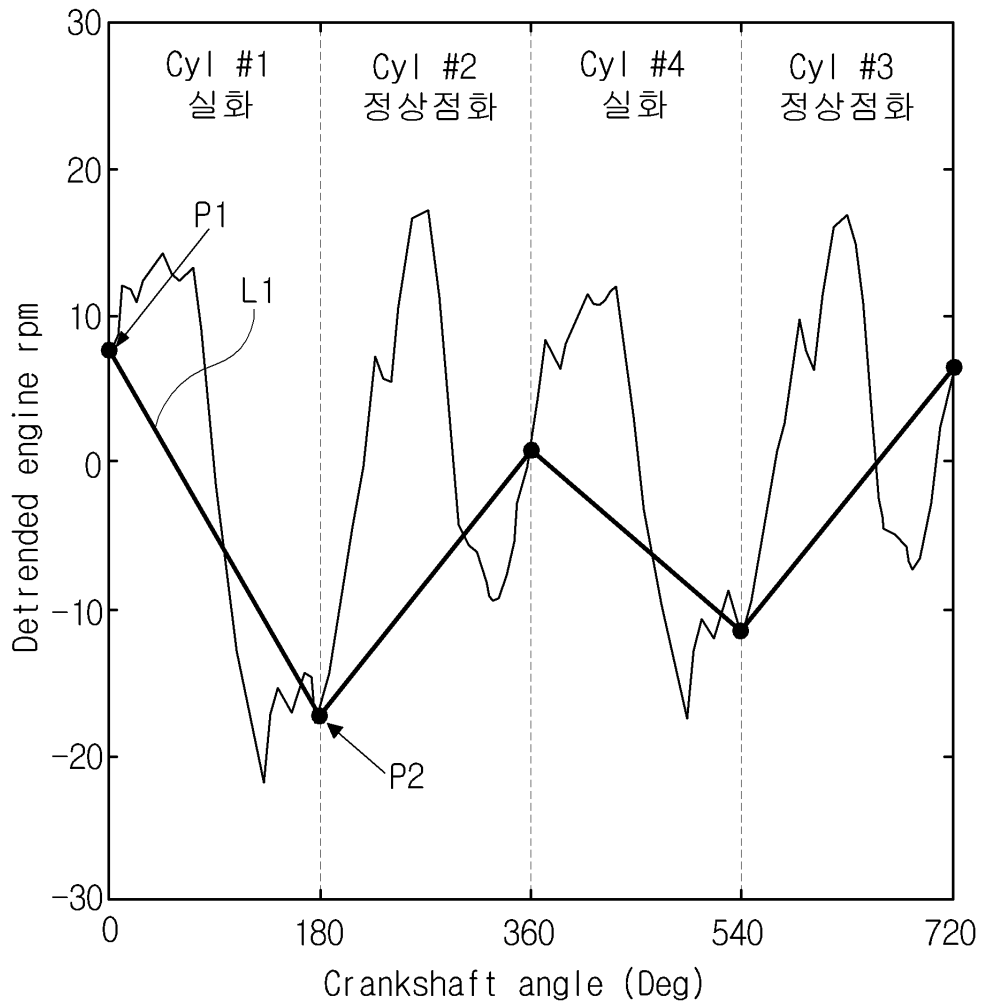
도면1



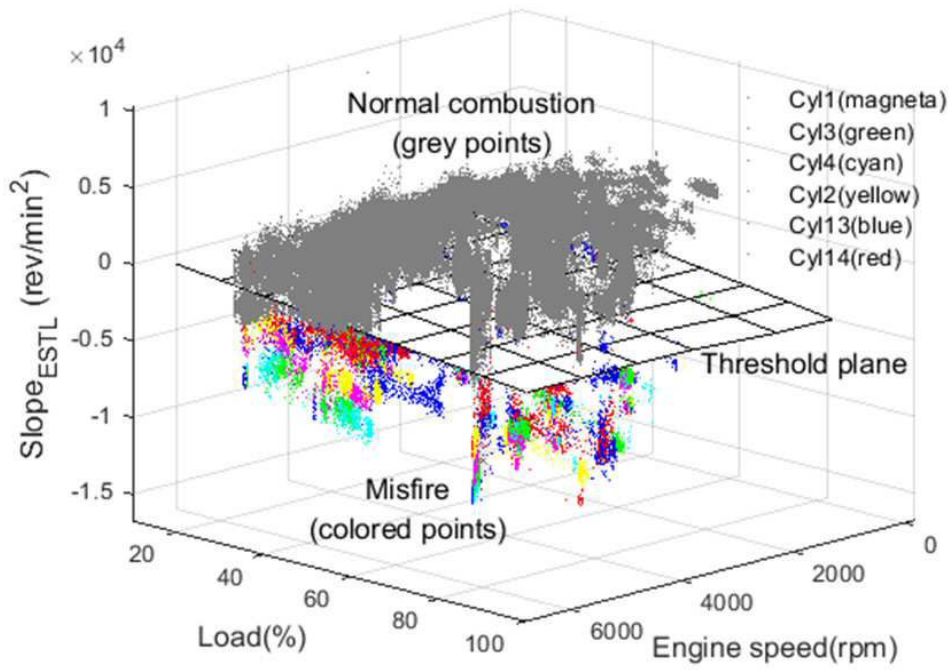
도면2



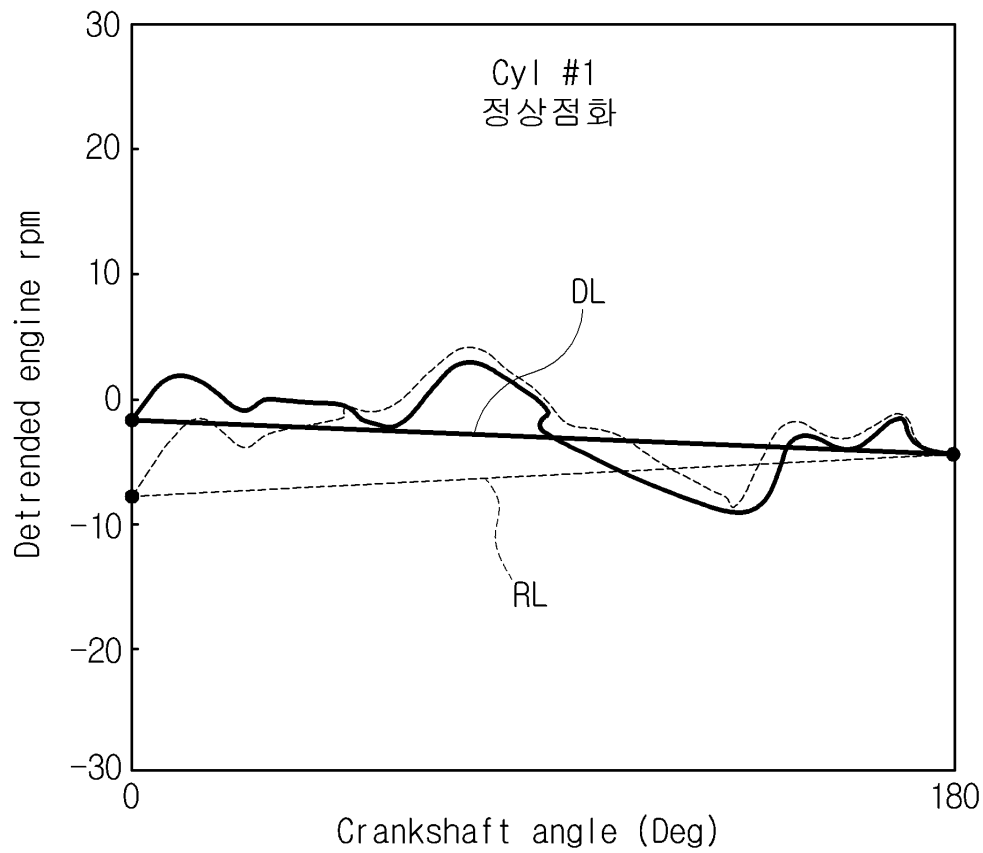
도면3



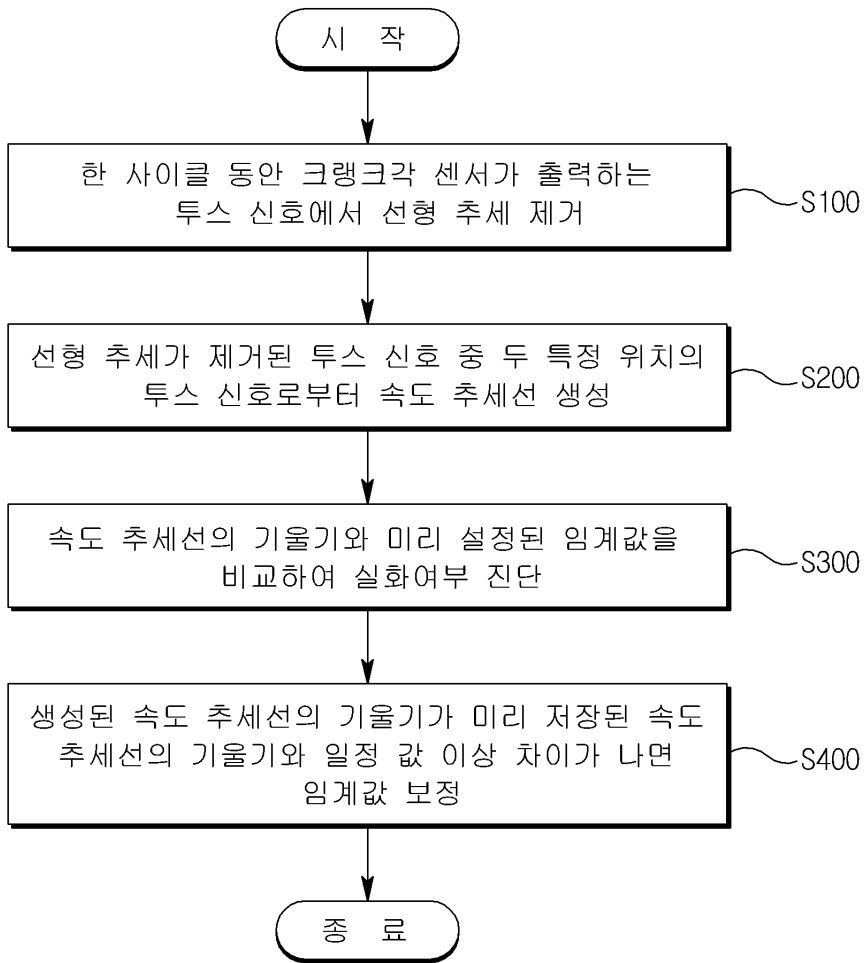
도면4



도면5



도면6



도면7

