



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월06일
(11) 등록번호 10-1955146
(24) 등록일자 2019년02월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 F02D 17/02 (2006.01) F02D 37/02 (2006.01)
 F02D 41/00 (2006.01) F02D 41/28 (2006.01)
 F02P 5/15 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 F02D 17/02 (2013.01)
 F02D 37/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7030718(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2012년10월17일
 심사청구일자 2017년11월13일
- (85) 번역문제출일자 2017년10월25일
- (65) 공개번호 10-2017-0123709
- (43) 공개일자 2017년11월08일
- (62) 원출원 특허 10-2014-7008919
 원출원일자(국제) 2012년10월17일
 심사청구일자 2017년10월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/060641
- (87) 국제공개번호 WO 2013/059340
 국제공개일자 2013년04월25일
- (30) 우선권주장
 61/548,187 2011년10월17일 미국(US)
 61/640,646 2012년04월30일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110040920 A
 (뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
틀라 테크놀로지, 인크.
 미국, 캘리포니아 95131, 새너제이, 2460 잔커 로드
- (72) 발명자
피르자베리, 모하마드 알.
 미국, 캘리포니아 95120, 쿠퍼티노, 723 마우드 코트
트리파티, 아드야 에스.
 미국, 캘리포니아 95148, 새너제이, 2855 글렌 키즈 코트
세라노, 루이스 제이.
 미국, 캘리포니아 95032, 로스 가토스, 260 올드 어도비 로드
- (74) 대리인
손민

전체 청구항 수 : 총 46 항

심사관 : 윤마루

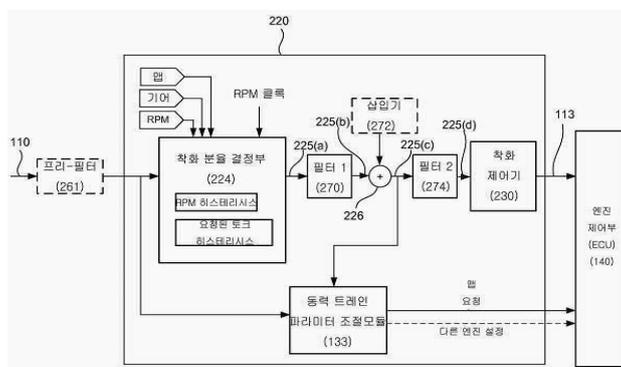
(54) 발명의 명칭 착화-스킵 엔진 제어 시의 착화 분율 관리

(57) 요약

다양한 전술한 구현예들에서는, 원하는 엔진 출력을 전달하기 위해 착화-스킵 제어가 사용된다. 제어기는 요청된 출력을 전달하기에 적합한 착화-스킵 착화 분율 및 (적절한 경우) 관련 엔진 설정을 결정한다. 일 양상에서, 착화 분율은 일련의 유효 착화 분율들로부터 선택되며, 이러한 일련의 유효 착화 분율들은, 낮은 엔진 속도보다 높

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



은 엔진 속도에서 더 많은 착화 분율들이 유효하도록, 엔진 속도의 함수로 변경된다. 이후, 제어기는 선택된 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시한다. 다른 구현예들에서, 착화-스킵 제어기는 현재 엔진 속도에서 초당 적어도 지정된 횟수만큼 반복될 반복 착화 사이클 길이를 갖는 기본 착화 분율을 선택하도록 배치된다. 이러한 배치는 바람직하지 않은 진동 발생의 감소에 도움이 될 수 있다.

(52) CPC특허분류

F02D 41/0087 (2013.01)
F02P 5/1504 (2013.01)
 F02D 2041/286 (2013.01)
 F02D 2200/0406 (2013.01)
 F02D 2200/101 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US05553575 A
 US20040118116 A1
 US20100089362 A1
 US20110146232 A1
 US20110251773 A1
 W02011085383 A1
 W02010006311 A1

명세서

청구범위

청구항 1

착화-스킵 방식으로 엔진의 작동을 지시하기에 적합한 엔진 제어기에 있어서,

원하는 엔진 출력을 전달하기 위해 작동 착화 분율 및 관련 엔진 설정을 결정하도록 배치되며, 일련의 유효 착화 분율들로부터 상기 작동 착화 분율을 선택하도록 배치되는 착화 분율 결정부; 및

상기 선택된 작동 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기를 포함하고,

상기 착화 제어기는 상이한 착화 분율들 간의 원활한 천이를 돕는 어큐뮬레이터를 포함하고,

하나의 착화 분율이 아닌 상기 일련의 유효 착화 분율들에서 착화 분율들 모두는 15 이하의 정수 분모(integer denominator)를 갖는 분율들인, 엔진 제어기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 엔진 제어기는 복수의 작동 챔버를 구비한 엔진에 사용하기에 적합하고, 각 작동 챔버는 적어도 하나의 관련 흡기 밸브 및 적어도 하나의 관련 배기 밸브를 가지며,

각 스킵된 작동 사이클에 대해서, 상기 엔진 제어기는 상기 관련 흡기 밸브 및 관련 배기 밸브의 적어도 하나가 스킵된 작동 사이클 동안 개방되지 않도록 야기하여 상기 스킵된 작동 사이클 동안 관련 작동 챔버를 통해 공기를 펌핑하는 것을 방지하는, 엔진 제어기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 착화 분율 결정부는 작동 사이클별로 상기 작동 착화 분율을 업데이트하도록 배치되는, 엔진 제어기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 착화 제어기는 일차 시그마 델타 컨버터와 실질적으로 균등하게 포함하거나 기능하는, 엔진 제어기.

청구항 5

제1항에 있어서,

히스테리시스가 작동 착화 분율들 간의 빠른 전후 변동의 가능성의 감소를 돕기 위해 상기 작동 착화 분율의 결정 시에 상기 착화 분율 결정부에 의해 적용되는, 엔진 제어기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 히스테리시스는 상기 작동 착화 분율의 결정시에 사용된 감지된 엔진 속도 및 요청된 토크 중 적어도 하나에 적용되는, 엔진 제어기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 엔진 제어기는 상기 엔진이 상기 작동 착화 분율로 상기 원하는 출력을 출력하도록 상기 엔진의 착화-스킵

작동 동안 적어도 하나의 선택된 엔진 제어 파라미터의 조절을 야기하도록 추가로 배치되는, 엔진 제어기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 착화 분율 결정부는 상기 선택된 착화 분율로서 사용하기에 적합한 착화 분율들을 식별하는 다차원 룩업 테이블을 포함하고, 상기 룩업 테이블의 제1 인덱스는 요청된 출력 및 요청된 착화 분율 중 하나이며, 상기 룩업 테이블의 제2 인덱스는 엔진 속도인, 엔진 제어기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 룩업 테이블의 추가적 인덱스는 변속 기어인, 엔진 제어기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 착화 분율 결정부는 상기 선택된 착화 분율로서 사용하기에 적합한 착화 분율들을 식별하는 다차원 룩업 테이블을 포함하고, 상기 룩업 테이블의 제1 인덱스는 요청된 출력 및 요청된 착화 분율 중 하나이며, 상기 룩업 테이블의 제2 인덱스는 변속 기어인, 엔진 제어기.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 착화 분율 결정부로부터 상기 작동 착화 분율을 수신하고 상기 착화 제어기로 명령된 착화 분율을 출력하는 천이부(transition unit)를 더 포함하고,

상기 천이부는 다수의 착화 기회들에 걸쳐 상기 작동 착화 분율의 변화를 확산시키도록 배치되고, 그로 인해 천이 동안, 상기 착화 제어기의 입력은 기결정된 일련의 착화 분율들 중 임의의 착화 분율과 상이한 값을 가질 수 있는, 엔진 제어기.

청구항 12

착화-스킵 방식으로 엔진의 작동을 지시하기에 적합한 엔진 제어기에 있어서,

원하는 작동 착화 분율을 결정하도록 배치되며, 일련의 유효 착화 분율들로부터 상기 원하는 작동 착화 분율을 선택하도록 배치되는 착화 분율 결정부;

명령된 착화 분율을 수신하고 상기 명령된 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기; 및

상기 착화 분율 결정부로부터 상기 원하는 작동 착화 분율을 수신하고 상기 착화 제어기로 상기 명령된 착화 분율을 출력하는 천이부를 포함하고,

상기 천이부는 다수의 착화 기회들에 걸쳐 상기 원하는 작동 착화 분율의 변화를 확산시키도록 배치되고, 그로 인해 천이 동안, 상기 착화 제어기의 입력은 기결정된 일련의 착화 분율들 중 임의의 착화 분율과 상이한 값을 가질 수 있는, 엔진 제어기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 엔진 제어기는 복수의 작동 챔버를 구비한 엔진에 사용하기에 적합하고, 각 작동 챔버는 적어도 하나의 관련 흡기 밸브 및 적어도 하나의 관련 배기 밸브를 가지며,

각 스킵된 작동 사이클에 대해서, 상기 엔진 제어기는 상기 관련 흡기 밸브 및 관련 배기 밸브의 적어도 하나가 스킵된 작동 사이클 동안 개방되지 않도록 야기하여 상기 스킵된 작동 사이클 동안 관련 작동 챔버를 통해 공기를 펌핑하는 것을 방지하는, 엔진 제어기.

청구항 14

제12항에 있어서,
상기 착화 분율 결정부는 작동 사이클별로 상기 작동 착화 분율을 업데이트하도록 배치되는, 엔진 제어기.

청구항 15

제12항에 있어서,
상기 착화 제어기는 일차 시그마 델타 컨버터와 실질적으로 균등하게 포함하거나 기능하는, 엔진 제어기.

청구항 16

제12항에 있어서,
히스테리시스가 작동 착화 분율들 간의 빠른 전후 변동의 가능성의 감소를 돕기 위해 상기 작동 착화 분율의 결정 시에 상기 착화 분율 결정부에 의해 적용되는, 엔진 제어기.

청구항 17

제12항에 있어서,
상기 엔진 제어기는 상기 엔진이 상기 작동 착화 분율로 원하는 출력을 출력하도록 상기 엔진의 착화-스킵 작동 동안 적어도 하나의 선택된 엔진 제어 파라미터의 조절을 야기하도록 추가로 배치되는, 엔진 제어기.

청구항 18

제12항에 있어서,
상기 착화 분율 결정부는 상기 선택된 착화 분율로서 사용하기에 적합한 착화 분율들을 식별하는 다차원 룩업 테이블을 포함하는, 엔진 제어기.

청구항 19

착화-스킵 방식으로 복수의 작동 챔버를 구비한 엔진의 작동을 지시하기에 적합한 엔진 제어기에 있어서,
원하는 엔진 출력을 전달하기 위해 작동 착화 분율 및 관련 엔진 설정을 결정하도록 배치되며, 일련의 유효 착화 분율들로부터 상기 작동 착화 분율을 선택하도록 배치되는 착화 분율 결정부로서, 상기 유효 착화 분율들의 적어도 하나는 엔진에서의 작동 챔버의 개수와 동일한 분모를 갖는 분율과 균등한 가변 용량 착화 분율이고 상기 유효 착화 분율들의 적어도 다른 하나는 상기 작동 챔버의 개수와 동일한 분모를 갖는 임의의 균등한 분율을 갖지 않는, 착화 분율 결정부; 및
(i) 가변 용량 모드에서 작동하는 동안 유효 작동 챔버의 제1 고정된 서브셋(subset)은 각 엔진 사이클마다 항상 착화되고 상기 유효 작동 챔버의 다른 모두는 각 엔진 사이클마다 항상 스킵되는 상기 가변 용량 모드에서 착화들을 종종 지시하도록, 그리고 (ii) 착화-스킵 모드에서 작동하는 동안 선택된 실린더가 종종 스킵되고 종종 착화되는 상기 착화-스킵 모드에서 착화들을 종종 지시하도록 배치되는 착화 제어기를 포함하고,
상기 착화 제어기는 상이한 착화 분율들 간의 원활한 천이를 돕는 어큐뮬레이터를 포함하는, 엔진 제어기.

청구항 20

착화-스킵 방식으로 엔진의 작동을 지시하기에 적합한 엔진 제어기에 있어서,
원하는 엔진 출력을 전달하기 위해 작동 착화 분율 및 관련 엔진 설정을 결정하도록 배치되며, 일련의 유효 착화 분율들로부터 상기 작동 착화 분율을 선택하도록 배치되는 착화 분율 결정부;
상기 선택된 작동 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기를 포함하고,
상기 착화 분율 결정부는 작동 사이클별로 상기 작동 착화 분율을 업데이트하도록 배치되고, 상기 착화 제어기는 작동 사이클별로 착화 결정을 내리도록 배치되는, 엔진 제어기.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 엔진 제어기는 복수의 작동 챔버를 구비한 엔진에 사용하기에 적합하고, 각 작동 챔버는 적어도 하나의 관련 흡기 밸브 및 적어도 하나의 관련 배기 밸브를 가지며,

상기 착화 제어기는 상이한 착화 분율들 간의 원활한 천이를 돕는 어큐뮬레이터를 포함하고,

각 스킵된 작동 사이클에 대해서, 상기 엔진 제어기는 상기 관련 흡기 밸브 및 관련 배기 밸브의 적어도 하나가 스킵된 작동 사이클 동안 개방되지 않도록 야기하여 상기 스킵된 작동 사이클 동안 관련 작동 챔버를 통해 공기를 펌핑하는 것을 방지하는, 엔진 제어기.

청구항 22

일련의 유효 착화 분율들로부터 선택된 작동 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기를 사용하여 엔진의 착화-스킵 작동 동안 착화 분율들 간의 천이를 관리하는 방법에 있어서,

엔진이 상기 일련의 유효 착화 분율들로부터 선택된 제1 착화 분율에서 착화-스킵 방식으로 작동하는 동안, 상기 제1 착화 분율과 상이한 일련의 유효 착화 분율들로부터 원하는 제2 작동 착화 분율을 결정하는 단계;

요청되었지만 상기 착화 제어기에 의해 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하는 단계;

상기 제1 착화 분율에서 상기 제2 작동 착화 분율로 변경되도록 상기 착화 제어기에 지시하는 단계를 포함하고, 어큐뮬레이터에 저장된 값은 상기 제2 작동 착화 분율이 입력되는 위상에 영향을 미치는, 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 착화 제어기에 제공되는 명령된 착화 분율이 필터링되어 명령된 변화가 다수의 착화 기회들에 걸쳐 확산되고, 그로 인해 천이 동안, 상기 착화 제어기로의 입력은 기결정된 일련의 착화 분율들 중 임의의 착화 분율과 상이한 값을 가질 수 있는, 방법.

청구항 24

제22항에 있어서,

하나의 착화 분율이 아닌, 상기 일련의 유효 착화 분율들에서 착화 분율들 모두는 정수 분자 및 15 이하의 정수 분모를 갖는 분율들인, 방법.

청구항 25

제22항에 있어서,

착화 분율 결정부는 작동 사이클별로 상기 작동 착화 분율을 업데이트하도록 배치되고, 상기 착화 제어기는 작동 사이클별로 착화 결정을 내리도록 배치되는, 방법.

청구항 26

제22항에 있어서,

각 스킵된 작동 사이클에 대해서, 관련 흡기 밸브 및 관련 배기 밸브의 적어도 하나가 개방되지 않아 상기 스킵된 작동 사이클 동안 관련 작동 챔버를 통해 공기를 펌핑하는 것을 방지하는, 방법.

청구항 27

제22항에 있어서,

일차 시그마 델타 컨버전이 착화 결정을 내리는데 사용되는, 방법.

청구항 28

제22항에 있어서,

착화 분율의 결정은 요청된 토크 및 감지된 엔진 속도 중 적어도 하나에 부분적으로 기반하고, 히스테리시스가 작동 착화 분율들 간의 빠른 전후 변동의 가능성을 감소시키기 위해 상기 요청된 토크 및 감지된 엔진 속도 중 적어도 하나에 사용되는, 방법.

청구항 29

제22항에 있어서,

선택된 착화 분율로서 사용하기에 적합한 착화 분율들을 식별하는 다차원 룩업 테이블을 사용하여 상기 작동 착화 분율이 결정되고, 상기 룩업 테이블의 제1 인덱스는 요청된 출력 및 요청된 착화 분율 중 하나이며, 상기 룩업 테이블의 제2 인덱스는 엔진 속도인, 방법.

청구항 30

제29항에 있어서,

상기 룩업 테이블의 추가적 인덱스는 변속 기어인, 방법.

청구항 31

작동 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기를 사용하여 엔진의 착화-스킵 작동 동안 착화 분율들 간의 천이를 관리하는 방법에 있어서, 상기 착화 제어기는 요청되었지만 상기 착화 제어기에 의해 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하여, 상이한 명령된 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕도록 배치되고, 상기 방법은,

상기 엔진이 제1 착화 분율에서 착화-스킵 방식으로 작동하는 동안, 상기 제1 착화 분율과 상이한 원하는 제2 작동 착화 분율을 결정하는 단계;

상기 제1 착화 분율에서 상기 제2 작동 착화 분율로 변경되도록 상기 착화 제어기에 지시하는 단계로서, 상기 제1 착화 분율에서 상기 제2 작동 착화 분율로 변경하는 명령은 다수의 착화 기회들에 걸쳐 확산되는, 단계;를 포함하고,

하나의 착화 분율이 아닌, 일련의 유효 착화 분율들에서 착화 분율들 모두는 정수 분자 및 15 이하의 정수 분모를 갖는 분율들인, 방법.

청구항 32

제22항에 있어서,

상기 착화 제어기에 제공되는 명령된 착화 분율이 필터링되어 명령된 변화가 다수의 착화 기회들에 걸쳐 확산되고, 그로 인해 천이 동안, 상기 착화 제어기로의 입력은 기결정된 일련의 착화 분율들 중 임의의 착화 분율과 상이한 값을 가질 수 있는, 방법.

청구항 33

적어도 하나의 작동 챔버를 구비한 착화-스킵 방식으로 내연기관의 작동을 제어하는 방법에 있어서,

원하는 엔진 출력을 나타내는 입력 신호를 수신하고 상기 원하는 엔진 출력을 전달하도록 배치되는 명령된 착화 분율을 출력하는 단계;

상이한 명령된 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕도록, 요청되었지만 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하는 단계; 및

다수의 착화 기회들에 걸쳐 명령된 착화 분율의 변화를 확산시키도록 상기 명령된 착화 분율의 변화를 필터링하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 명령된 착화 분율의 변화가 적어도 하나의 선택된 엔진 제어 파라미터의 변화에 대응하도록 제2 필터를 통해 상기 명령된 착화 분율의 변화를 필터링하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 35

적어도 하나의 작동 챔버를 구비한 착화-스킵 방식으로 내연기관의 작동을 제어하는 방법에 있어서,
 원하는 엔진 출력을 나타내는 입력 신호를 수신하고 상기 원하는 엔진 출력을 전달하도록 배치되는 명령된 착화 분율을 출력하는 단계;
 상이한 명령된 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕도록, 요청되었지만 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하는 단계;
 상기 엔진이 상기 명령된 착화 분율로 원하는 출력을 출력하도록 충분히 적어도 하나의 선택된 동력 트레인 제어 파라미터를 조절하는 단계; 및
 상기 명령된 착화 분율의 변화가 상기 적어도 하나의 선택된 동력 트레인 제어 파라미터의 변화에 대응하도록 상기 명령된 착화 분율의 변화를 필터링하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 36

제33항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서,
 시그마 델타 컨버터가 결정된 착화 분율을 전달하기에 적절한 특정한 작동 챔버 착화들을 나타내기 위해 사용되는, 방법.

청구항 37

제33항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서,
 반복 착화 사이클 길이와 관련된 사이클 패턴의 파괴를 용이하게 하기 위해, 결정된 작동 착화 분율 외에도, 추가적 개별 착화들을 종종 지시하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 38

제33항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서,
 반복 착화 사이클 길이와 관련된 사이클 패턴의 파괴를 용이하게 하기 위해, 명령된 작동 착화 분율에 디터를 추가하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 39

제35항에 있어서,
 상기 필터링 단계는 상기 명령된 착화 분율의 변화를 다수의 착화 기회들에 걸쳐 확산시키는, 방법.

청구항 40

착화-스킵 엔진 제어기에 있어서,
 명령된 착화 분율을 결정하고 출력하도록 배치되는 착화 분율 결정부;
 상기 명령된 착화 분율을 수신하고 작동 착화 분율을 출력하도록 배치되고, 다수의 착화 기회들에 걸쳐 상기 명령된 착화 분율의 변화를 확산시키도록 배치되는 필터;
 상기 작동 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기; 및
 상기 명령된 착화 분율이 상황의 적어도 하나의 기결정된 유형에 응답하는 작동 착화 분율로서 상기 착화 제어기로 직접 전달되도록 상기 필터가 바이패스될 수 있게 하는 필터 바이패스를 포함하는 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 41

제40항에 있어서,

상기 착화 제어기는 요청되었지만 상기 착화 제어기에 의해 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하여, 상이한 작동 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕도록 배치되는, 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 42

제40항에 있어서,

착화 분율 결정부는 일련의 유효 착화 분율들로부터 상기 명령된 착화 분율을 선택하도록 배치되는, 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 43

제40항에 있어서,

상기 착화 제어기는 어큐뮬레이터를 이용하여 착화 기회별로 착화 결정을 내리도록 배치되고, 상기 어큐뮬레이터는 상이한 작동 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕는 역할을 하는, 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 44

제40항에 있어서,

상기 상황의 적어도 하나의 기결정된 유형은 착화 분율의 큰 변화에 대한 요청을 포함하는, 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 45

착화-스킵 엔진 제어기에 있어서,

명령된 착화 분율을 결정하도록 배치되는 착화 분율 결정부;

작동 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시하도록 배치되는 착화 제어기;

상이한 명령된 착화 분율들 간의 천이를 관리하도록 배치되고, 상기 명령된 착화 분율을 수신하고 상기 명령된 착화 분율에 기반하여 상기 작동 착화 분율을 출력하고 그리고 제1 일련의 상황에서 다수의 착화 기회들에 걸쳐 명령된 착화 분율 변화를 확산시키도록 구성되고, 적어도 하나의 기결정된 추가적 상황에 응답하여 명령된 작동 착화 분율이 상기 착화 제어기로 직접 전달되도록 추가로 구성되는 천이 관리부를 포함하는 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 46

제45항에 있어서,

상기 착화 분율 결정부는 일련의 유효 착화 분율들로부터 상기 명령된 착화 분율을 선택하도록 배치되고,

상기 착화 제어기는 어큐뮬레이터를 이용하여 착화 기회별로 착화 결정을 내리도록 배치되고, 상기 어큐뮬레이터는 상이한 작동 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕는 역할을 하는, 착화-스킵 엔진 제어기.

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

- 청구항 51
- 삭제
- 청구항 52
- 삭제
- 청구항 53
- 삭제
- 청구항 54
- 삭제
- 청구항 55
- 삭제
- 청구항 56
- 삭제
- 청구항 57
- 삭제
- 청구항 58
- 삭제
- 청구항 59
- 삭제
- 청구항 60
- 삭제
- 청구항 61
- 삭제
- 청구항 62
- 삭제
- 청구항 63
- 삭제
- 청구항 64
- 삭제
- 청구항 65
- 삭제
- 청구항 66
- 삭제

청구항 67

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2011년 10월 17일자로 출원된 가출원번호 제61/548,187호 및 2012년 4월 30일자로 출원된 가출원번호 제61/640,646호의 우선권을 주장하며, 이들 모두는 본원에 참조로서 포함된다.

[0003] 본 발명은 전반적으로 내연기관의 착화-스킵 제어에 관한 것이다. 특히, 착화 분을 관리가 착화-스킵 엔진 제어 시의 NVH 문제의 완화를 돕기 위해 사용된다.

배경 기술

[0004] 오늘날 사용 중인 대부분의 차량들(및 다른 많은 장치들)은 내연기관(IC 엔진)에 의해 동력을 공급받고 있다. 내연기관은 통상적으로 복수의 실린더들, 또는 연소가 일어나는 다른 작동 챔버들을 구비한다. 정상 운전 조건 하에서, 내연기관에 의해 발생하는 토크는 운전자의 작동상 요구를 충족시키기 위해 넓은 범위에 걸쳐 변경될 필요가 있다. 수년 간, 내연기관 토크를 제어하는 다수의 방법들이 제안되었으며 사용되었다. 이러한 방법들 중 일부는 엔진의 유효 용량을 변경하는 것을 고려한다. 소정의 실린더들의 착화를 종종 스킵함으로써 엔진의 유효 용량을 변경하는 엔진 제어 방법들은 종종 "착화-스킵(skip fire)" 엔진 제어로 지칭된다. 일반적으로, 착화-스킵 엔진 제어는 많은 응용들에서 연비의 상당한 개선 가능성을 포함하는 다수의 잠재적 이점들을 제공하는 것으로 알려져 있다. 착화-스킵 엔진 제어의 개념은 수년 간 존재하였고, 그 이점들이 알려져 있지만, 착화-스킵 엔진 제어는 아직 상당한 상업적 성공을 달성하지 못하였다.

[0005] 작동 중인 엔진은 당해 분야에서 종종 집합적으로 NVH(소음, 진동, 및 소음진동)로 지칭되는 상당한 소음 및 진동의 근원이 되는 경향이 있다는 것이 잘 알려져 있다. 일반적으로, 착화-스킵 엔진 제어와 관련된 고정 관념은 엔진의 착화-스킵 작동이 종래의 작동보다 엔진을 훨씬 더 거칠게 만든다는 것이다. 자동차 응용과 같은 많은 응용들에서, 착화-스킵 엔진 제어에 의해 제기되는 가장 중대한 문제점들 중 하나는 진동 제어이다. 사실상, NVH 문제를 만족스럽게 해결하지 못한다는 점이 착화-스킵 유형 엔진 제어의 광범위한 채택을 막아온 주요 장애물들 중 하나로 여겨진다.

[0006] 공동 양도된 미국 특허 제7,954,474호; 제7,886,715호; 제7,849,835호; 제7,577,511호; 제8,099,224호; 제8,131,445호 및 제8,131,447호와 공동 양도된 출원 제13/004,839호; 제13/004,844호 등에는, 다양한 내연기관들을 착화-스킵 작동 모드로 작동시키는 것을 실용적이 되게 하는 다양한 엔진 제어기들이 기재되어 있다. 이러한 특허들 및 특허 출원들 각각은 본원에 참조로서 포함된다. 전술한 제어기들이 잘 기능하지만, 착화-스킵 제어 하에 작동하는 엔진들의 NVH 문제를 추가로 완화시키기 위해, 이러한 및 다른 착화-스킵 엔진 제어기들의 성능을 추가로 개선하기 위한 노력이 계속되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 출원은 다양한 응용들에서 엔진 성능을 개선할 수 있는 추가적 착화-스킵 제어 특징들 및 향상들을 설명한다.

과제의 해결 수단

[0009] 다양한 전술한 구현예들에서, 착화-스킵 제어가 원하는 엔진 출력을 전달하기 위해 사용된다. 제어기는 요청된 출력을 전달하기에 적합한 착화-스킵 착화 분을 및 (적절한 경우) 관련 엔진 설정을 결정한다.

[0010] 일 양상에서, 착화 분율은 일련의 유효 착화 분율들로부터 선택되되, 이러한 일련의 유효 착화 분율들은, 낮은 엔진 속도보다 높은 엔진 속도에서 더 많은 착화 분율들이 유효하도록, 엔진 속도의 함수로 변경된다. 이후, 제어기는 선택된 착화 분율을 전달하는 착화-스킵 방식으로 착화들을 지시한다.

- [0011] 다른 양상에서, (최적화된 작동 조건 또는 다른 작동 조건일 수 있는) 선택된 엔진 작동 조건 하에서 원하는 엔진 출력을 전달하기에 적합한 요청된 착화 분율이 먼저 결정된다. 적절한 경우, 이후, 더 바람직한 작동 착화 분율인 조절된 착화 분율이 결정된다. 조절된(작동/명령된) 착화 분율은 일반적으로 요청된 착화 분율에 가깝지만, 이와 상이하다. 이후, 실제 착화들이 명령되는 조절된 착화 분율을 실질적으로 전달하는 착화-스킵 방식으로 지시된다. 엔진이 조절된 착화 분율로 원하는 출력을 출력하도록, 적어도 하나의 엔진 제어 파라미터가 적절하게 조절된다.
- [0012] 이러한 조절된 착화 분율의 사용은, 요청된 착화 분율이, 바람직하지 않은 주파수 성분들을 포함하고/포함하거나 바람직하지 않은 진동 또는 음향을 유도하기 쉬운 착화 순서의 발생을 야기할 때, 특히 유용하다. 이러한 경우, 더 바람직한 작동 착화 분율이 사용될 수 있으며, (흡기 매니폴드 압력, 밸브 타이밍, 스파크 타이밍 등과 같은) 다른 엔진 제어 파라미터들이 원하는 엔진 출력의 전달을 보장하기 위해 사용될 수도 있다. 일부 구현예들에서, 조절된 착화 분율 결정부가 요청된 착화 분율에 대해 정의된 주파수 범위 내에서 진동을 감소시키는 작동 착화 분율을 결정하도록 배치된다.
- [0013] 또 다른 양상에서, 필터링이 다수의 착화 기회들에 걸쳐 명령된 착화 분율 변화를 확산시키기 위해 사용될 수 있다. 이는, 요청되었지만 착화 제어기에 의해 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하며, 이러한 정보를 이용하여 상이한 명령된 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕는 착화-스킵 제어기들에서, 특히 유용하다.
- [0014] 다른 양상의 일부 구현예들에서, 제어기는 착화-스킵 제어의 일부로서 하나 이상의 선택된 엔진 파라미터(예컨대, 매니폴드 압력, 밸브 타이밍, 스파크 타이밍, 스로틀 위치 등)를 조절하도록 추가로 배치된다. 종종, 이러한 조절의 응답은 명령된 착화 분율의 변화보다 더 느리다. 이러한 응용들에서, 필터링은 명령된 착화 분율의 변화에 대한 응답이 수정된 엔진 제어 파라미터(들)의 변화에 대한 응답에 대응하도록 배치될 수 있다.
- [0015] 다양한 구현예들에서, 동력 트레인 파라미터 조절 블록은, 엔진이 현재 명령된 착화 분율로 원하는 출력을 발생시키도록, 하나 이상의 선택된 동력 트레인 제어 파라미터(들)의 조절을 야기하도록 배치될 수 있다. 다른 양상에서, 조절된 동력 트레인 제어 파라미터(들)의 응답에 실질적으로 부합하는 응답을 갖는 필터가 구비된다. 필터는 명령된 착화 분율의 변화가 조절된 동력 트레인 제어 파라미터의 변화에 대응하도록 배치된다.
- [0016] 다른 양상에서, 착화-스킵 제어기는 현재 엔진 속도에서 초당 적어도 지정된 횟수만큼 반복될 반복 착화 사이클 길이를 갖는 기본 착화 분율을 선택하도록 배치된다. 이러한 배치는 바람직하지 않은 진동 발생의 감소에 도움이 될 수 있다.
- [0017] 전술한 양상들에 따른 착화-스킵 엔진 제어기들은 바람직하게는, 명령되었지만 아직 지시되지 않은 착화의 부분을 추적하여, 상이한 명령된 착화 분율들 간의 천이의 관리를 돕도록 배치된다. 제어기들은 또한 바람직하게는, 명령된 착화 분율을 전달하는 동안 명령된 착화 분율의 변화를 통해 착화들을 확산시키도록 배치된다. 일부 실시예들에서, 이러한 기능은 일차 시그마 델타 컨버터 또는 그 기능적 균등물의 사용을 통해 제공된다.
- [0018] 일부 구현예들에서, 선택된 착화 분율들 간의 빠른 전후 변동의 가능성의 감소를 돕기 위해, 히스테리시스가 착화 분율의 결정 시에 적용될 수 있다. 히스테리시스는 요청된 토크, 엔진 속도, 및/또는 다른 적절한 입력들에 적용될 수 있다.
- [0019] 일부 구현예들에서, 명령된 착화 분율과 관련된 주기적 패턴의 파괴를 용이하게 하기 위해, 추가적 착화들이 종종 지시될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 반복 착화 사이클과 관련된 주기적 패턴의 파괴를 용이하게 하기 위해, 디더(dither)가 명령된 착화 분율에 추가될 수 있다.
- [0020] 일부 구현예들에서, 다차원 룩업 테이블이 작동 착화 분율을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 선택된 실시예들에서, 룩업 테이블의 제1 인덱스는 요청된 출력 및 요청된 착화 분율 중 하나이며, 룩업 테이블의 제2 인덱스는 엔진 속도이다. 다양한 구현예들에서, 룩업 테이블의 추가적 또는 대안적 인덱스는 변속 기어이다.
- [0021] 전술한 다양한 양상들 및 특징들은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 본 발명 및 그 이점들은 첨부 도면과 함께 후술하는 설명을 참조함으로써 가장 잘 이해될 수 있다. 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 착화-스킵 기반 엔진 착화 제어부를 도시한 블록도이다. 도 2는 조절된 착화 분율 계산기로서 사용하기에 적합한 주기적 패턴 발생기를 도시한 블록도이다.

도 3은 도 2에 따른 주기적 패턴 발생기를 이용하여, 선택된 엔진 속도에서, 전달된 착화 분율을 요청된 착화 분율과 비교한 예시적 그래프이다.

도 4는 선택된 천이 관리 및 패턴 파괴 특징들을 포함하는 다른 대안적 착화-스킵 기반 엔진 착화 제어부를 도시한 블록도이다.

도 5는 작은 범위의 착화 분율들에 걸쳐 엔진을 작동시키는 동안 관찰된 진동(세로 가속도에서 측정됨)을 도시한 그래프이다.

도 6은 착화 제어부의 다른 구현예에 따른 전달된 착화 분율을 요청된 착화와 비교한 그래프이다.

도 7은 특정한 실시예에서 전달된 착화 분율을 요청된 착화 분율과 비교한 확대 세그먼트이다.

도 8은 최대 가능한 주기적 착화 기회들의 함수로서의 잠재적 유효 착화 분율들의 개수의 그래프이다.

도 9는 엔진 속도의 함수로서의 잠재적 유효 착화 분율들의 개수의 그래프이다.

도면에서, 유사한 도면 부호들이 유사한 구조적 요소들을 가리키기 위해 종종 사용된다. 또한, 도면의 묘사는 도식적인 것이며 일정한 비율은 아니라는 것을 이해해야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 착화-스킵 엔진 제어기는 일반적으로 바람직하지 않은 진동을 발생시키기 쉬운 것으로 알려져 있다. 작은 일련의 고정된 착화-스킵 착화 패턴들이 사용될 때, 유효 착화 패턴들이 안정 상태 사용 동안 진동을 최소화하기 위해 선택될 수 있다. 따라서, 많은 착화-스킵 엔진 제어기들이 매우 작은 일련의 기정의된 착화 패턴들의 사용만을 허용하도록 배치된다. 이러한 설계가 기능하도록 만들어질 수 있지만, 유효 착화-스킵 착화 패턴들을 매우 작은 일련의 기정의된 순서들로 한정하는 것은, 착화-스킵 제어를 이용하여 얻을 수 있는 연비 이득을 제한하는 경향이 있다. 이러한 설계는 또한 착화 분율들 간의 천이 동안 엔진 거칠기(engine roughness)를 겪는 경향이 있다. 보다 최근에, 본 출원의 양수인은, 운전자의 요구를 충족시키기 위해 착화들을 동적으로 결정하는 연속 가변 용량 모드로 엔진을 작동시키는 것을 용이하게 하는 다양한 착화-스킵 엔진 제어기들을 제안하였다. 이러한 착화 제어기들(이들 중 일부는 본원에 포함된 특허들 및 특허 출원들에 기재되어 있다)은 비교적 작은 일련의 고정된 착화 패턴들의 사용에 한정되지 않는다. 오히려, 전술한 실시예들 중 일부에서, 엔진의 유효 용량은, 운전자의 요구를 충족시키는 방식으로 전달된 착화-스킵 착화 분율을 수정함으로써, 운전자의 요구를 추적하기 위해 언제든지 변화될 수 있다. 이러한 제어기들이 잘 기능하지만, 착화-스킵 제어기 설계의 소음, 진동 및 소음진동(NVH) 특성을 더욱더 개선하기 위한 노력이 계속되고 있다.

[0025] 본원에 설명된 착화-스킵 착화 제어 방법들은, 제어된 엔진의 작동 중에 바람직하지 않은 착화 순서들이 발생될 가능성을 감소시키는 한편, 착화 순서의 동적 결정의 유연성을 달성하고자 한다. 전술한 구현예들 중 일부에서, 이는 바람직하지 않은 NVH 특성을 갖는 착화 분율들의 사용을 방지하거나 최소화함으로써 부분적으로 달성된다. 특정한 일례로, 저주파수 진동(예컨대, 0.2 Hz 내지 8 Hz의 범위)은 차량 탑승자들을 특히 불쾌하게 하는 것으로 관찰되었고, 그에 따라 일부 구현예들에서는, 이러한 주파수 범위 내에서 진동을 발생시킬 가능성이 높은 착화 순서들의 사용을 최소화하기 위해 노력한다. 동시에, 엔진은 바람직하게는 원하는 출력을 지속적으로 전달하고 천이를 원활하게 처리하도록 제어된다. 일부 다른 구현예들에서, 더 양호한 NVH 특성을 갖는 착화 분율들의 사용을 조장하는 메커니즘들이 구비된다.

[0026] 문제의 본질은 아마도, 지정된 착화 분율에 대한 요청으로서 착화 제어기에 입력된 신호를 처리하며, 일차 시그마 델타 컨버터를 사용하여 특정한 착화들의 타이밍을 결정하는 착화-스킵 제어기의 맥락에서, 가장 쉽게 가시화될 수 있을 것이다. 일차 시그마 델타 컨버터가 사용될 때, 개념상, 임의의 주어진 디지털 방식으로 구현된 입력 신호 레벨에 대해(예컨대, 임의의 특정한 요청된 착화 분율에 대해), 본질적으로 고정된 반복 착화 패턴이(부분적으로는 입력 신호의 정량화로 인해) 착화 제어기에 의해 발생될 것이다. 이러한 구현예에서, 안정된 입력력은 설정된 착화 패턴의 발생을 효과적으로 야기할 것이다(그러나 착화 순서의 위상은 어큐뮬레이터 내의 초기 값에 기반하여 어느 정도 오프셋될 수 있다). 당업자들에게 잘 알려진 바와 같이, 엔진은 일부 착화 패턴들이 발생될 때 상당히 원활하게 작동하는 반면, 다른 착화 패턴들은 바람직하지 않은 진동을 발생시킬 가능성이 높다. 본 발명자들은 0.2 Hz 내지 8 Hz의 일반적 범위 내의 주파수 성분들을 갖는 착화 순서들이 가장 바람직하지 않은 진동을 발생시키는 경향이 있다는 것과, 착화-스킵 착화 제어부가 이러한 범위 내의 기본 주파수 성분들을 최소화하는 착화 순서들/패턴들만을 발생시키도록 한정되는 경우, 차량 탑승자들이 특히 원활한 승차감을 느낀

다는 것을 관찰하였다.

- [0027] 다음으로 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 구현예에 따른 엔진 제어가 설명될 것이다. 엔진 제어기는 지정된 주파수 범위 내의 기본 주파수 성분들을 포함하는 착화 순서들의 발생을 제거하도록(또는 적어도 실질적으로 감소시키도록) 배치되는 착화 제어부(착화-스킵 제어기; 120)를 포함한다. 예시의 목적으로, 0.2 Hz 내지 8 Hz의 주파수 범위가 관심 주파수 범위로 다루어진다. 그러나, 본원에 설명된 개념은, 착화 제어기 설계자가 자신의 관심 대상인 임의의 주파수 범위(또는 범위들)를 억제하기 위해 제어기를 쉽게 맞춤화할 수 있도록, 임의의 관심 주파수 범위 내의 주파수 성분을 제거/최소화하기 위해 보다 일반적으로 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0028] 착화-스킵 착화 제어부(120)는 원하는 엔진 출력을 나타내는 입력 신호(110)를 수신하며, 엔진(150)이 착화-스킵 엔진 제어를 이용하여 원하는 출력을 제공하게 하기 위해 협력하는 일련의 착화 명령어들(구동 펄스 신호(113))을 발생시키도록 배치된다. 착화 제어부(120)는 요청된 착화 분율 계산기(122), 조절된 착화 분율 계산기(124), 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133), 및 구동 펄스 발생기(130)를 포함한다.
- [0029] 도 1에서, 입력 신호(110)가 토크 계산기(80)에 의해 제공되는 것으로 도시되어 있지만, 입력 신호는 임의의 다른 적절한 공급원로부터 유래될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 토크 계산기(80)는 다수의 입력에 기반하여 임의의 주어진 시간에 원하는 엔진 토크를 결정하도록 배치된다. 토크 계산기는 원하는 또는 요청된 토크(110)를 착화 분율 계산기(90)로 출력한다. 다양한 구현예들에서, 원하는 토크는 임의의 주어진 시간에 원하는 엔진 토크에 영향을 미치거나 이를 좌우하는 다수의 입력에 기반할 수 있다. 자동차 응용들에서, 토크 계산기에 대한 주요 입력들 중 하나는 통상적으로 가속 페달의 위치를 나타내는 가속 페달 위치(APP) 신호(83)이다. 다른 주요 입력들은 순항 제어기(CCS 명령어(84)), 변속 제어기(AT 명령어(85)), 견인 제어부(TCU 명령어(86)) 등과 같은 다른 기능 블록들로부터 유래될 수 있다. 또한, 토크 계산에 영향을 미칠 수 있는 엔진 속도와 같은 다수의 인자들이 존재한다. 이러한 인자들이 토크 계산에서 사용될 때, 엔진 속도(RPM 신호(87))와 같은 적절한 입력들이 또한 제공되거나, 필요한 경우 토크 계산기에 의해 획득 가능하다. 많은 상황들에서, 토크 계산기(80)의 기능은 ECU에 의해 제공된다는 것을 이해해야 한다. 다른 구현예들에서, 신호(110)는 가속 페달 위치 센서, 순항 제어기 등을 포함하는 다른 다양한 공급원들로부터 수신되거나 유래될 수 있다.
- [0030] 요청된 착화 분율 계산기(122)는 선택된 엔진 작동 조건 하에서 (예컨대, 연비를 위해 최적화된 작동 파라미터들을 이용하여(필수조건은 아님)) 원하는 출력을 전달하기에 적절한 착화-스킵 착화 분율을 결정하도록 배치된다. 착화 분율은 원하는 출력을 전달하기 위해 요구되는 선택된 작동 조건 하의 착화들의 백분율을 나타낸다. 바람직한 일 구현예에서, 착화 분율은 전체 실린더들이 최적의 작동점에서 착화된 경우 발생하는 토크와 비교되는 운전자 요청 엔진 토크를 전달하기 위해 요구되는 최적화된 착화들의 백분율에 기반하여 결정된다. 그러나, 다른 경우에, 상이한 레벨의 기준 착화들이 적절한 착화 분율의 결정 시에 사용될 수 있다.
- [0031] 요청된 착화 분율 계산기(122)는 매우 다양한 형태들을 취할 수 있다. 예로써, 일부 구현예들에서, 이는 단지 입력 신호(110)를 적절하게 스케일링할 수 있다. 그러나, 많은 응용들에서, 입력 신호(110)를 요청된 토크로서 또는 기타 다른 방식으로 처리하는 것이 바람직할 것이다. 착화 분율은 일반적으로 요청된 토크와 선형으로 관련되는 것이 아니라, 엔진 속도, 변속 기어, 다른 엔진/구동 트레인/차량 작동 파라미터들과 같은 다양한 변수들에 따라 좌우될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 그러므로, 다양한 구현예들에서, 요청된 착화 분율 계산기(122)는 원하는 착화 분율의 결정 시에 현재 차량 작동 조건(예컨대, 엔진 속도, 매니폴드 압력, 기어 등), 환경 조건, 및/또는 다른 인자들을 고려할 수 있다. 적절한 착화 분율이 어떻게 결정되는지와 무관하게, 요청된 착화 분율 계산기(122)는 기준 작동 조건 하에서 원하는 출력을 제공하기에 적절한 착화 분율을 나타내는 요청된 착화 분율 신호(123)를 출력한다. 요청된 착화 분율 신호(123)는 조절된 착화 분율 계산기(124)로 전달된다.
- [0032] 앞서 논의된 바와 같이, 일부 유형의 착화-스킵 엔진 제어기들의 특성은, 이들이 종종 바람직하지 않은 엔진 및/또는 차량 진동을 유도할 수 있는 착화 순서들의 사용을 지시할 수 있다는 것이다. 조절된 착화 분율 계산기(124)는 일반적으로, (a) 바람직한 NVH 특성을 갖는 것으로 알려져 있는 요청된 착화 분율에 가까운 착화 분율을 선택하거나, (b) 바람직하지 않은 진동 및/또는 음향 소음을 발생시킬 가능성이 높은 착화 분율들의 사용을 억제하거나 방지하도록 배치된다. 이하에 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 조절된 착화 분율 계산기(124)는 매우 다양한 형태들을 취할 수 있다. 조절된 착화 분율 계산기(124)의 출력은 엔진이 출력할 것으로 예상되는 유효 착화 분율을 나타내는 명령된 작동 착화 분율 신호(125)이다. 명령된 착화 분율(125)은 구동 펄스 발생기(130)에 직접적으로 또는 간접적으로 공급될 수 있다. 구동 펄스 발생기(130)는 엔진이 명령된 착화 분율 신호(125)에 의해 좌우되는 착화들의 백분율을 전달하도록 일련의 착화 명령어들(예컨대, 구동 펄스 신호(113))을

발행하도록 배치된다.

- [0033] 구동 펄스 발생기(130) 역시 매우 다양한 형태들을 취할 수 있다. 예컨대, 전술한 일 구현예에서, 구동 펄스 발생기(130)는 일차 시그마 델타 컨버터의 형태를 취한다. 물론, 다른 구현예들에서는, 더 높은 차수의 시그마-델타 제어기들, 다른 예측 적응 제어기들, 룩업 테이블 기반 컨버터들, 또는 명령된 착화 분율 신호(125)에 의해 요청된 착화 분율을 전달하도록 배치되는 임의의 다른 적합한 컨버터 또는 제어기를 포함하는 다른 많은 구동 펄스 발생기들이 사용될 수 있다. 예로써, 양수인의 다른 특허 출원들에 기재된 구동 펄스 발생기들 중 다수가 이러한 착화 제어 구조에서도 사용될 수 있다. 구동 펄스 발생기(130)에 의해 출력된 구동 펄스 신호(113)는 실제 착화를 조정하는 엔진 제어부(ECU) 또는 연소 제어기(140)로 전달될 수 있다.
- [0034] 명령된 착화 분율 신호(125)는, 요청된 착화 분율 계산기(122)에 의해 결정된 것과 백분율이 다른, 가능한 착화 기회들의 착화를 명령할 수 있기 때문에, 적절한 조절이 이루어지지 않는 경우, 엔진의 출력이 운전자 요청을 반드시 충족시키지는 않는다는 것을 이해해야 한다. 따라서, 착화 제어기(120)는, 실제 엔진 출력이 요청된 엔진 출력과 실질적으로 같아지도록 각각의 착화의 출력을 조절하기 위해, 선택된 동력 트레인 파라미터들을 조절하도록 구성되는 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)을 포함할 수 있다. 예로써, 요청된 착화 분율(123)이 기준 착화 조건에서 48%이고, 명령된 착화 분율(125)이 50%인 경우, 엔진 파라미터들은 각각의 착화의 토크 출력이 기준 착화의 약 96%가 되도록 조절될 수 있다. 이러한 방식으로, 착화 제어기(120)는 전달된 엔진 출력이 입력 신호(110)에 의해 요청된 엔진 출력과 실질적으로 같아지도록 보장한다.
- [0035] 각각의 착화에 의해 제공된 토크를 수정하기 위해 엔진 파라미터들을 조절할 수 있는 다양한 방식들이 존재한다. 하나의 효과적 방법은, 각각의 착화된 실린더에 전달되는 질량 공기 충전(mass air charge, MAC)을 조절하고, 엔진 제어부(ECU; 140)로 하여금 명령된 MAC를 위해 적절한 연료 충전을 제공하게 하는 것이다. 이는, 이후 흡기 매니폴드 압력(MAP)을 수정하는 스로틀 위치를 조절함으로써, 가장 쉽게 달성된다. 그러나, MAC가 다른 기법들(예컨대, 밸브 타이밍의 수정)을 이용하여 변경될 수 있다는 것과, 각각의 착화에 의해 제공된 토크를 수정하기 위해 사용될 수 있는 연료 충전, 스파크 전진 타이밍 등을 포함하는 다수의 다른 엔진 파라미터들이 존재한다는 것을 이해해야 한다. 제어된 엔진이 (예컨대, 대부분의 디젤 엔진과 같이) 공연비의 다양한 변동을 허용하는 경우, 단지 연료 충전을 조절함으로써 실린더 토크 출력을 변경하는 것이 가능하다. 그러므로, 실린더 착화당 출력은 명령된 착화 분율에서 실제 엔진 출력이 요청된 엔진 출력과 실질적으로 같아지도록 보장하기 위해 요구되는 임의의 방식으로 조절될 수 있다.
- [0036] 일부 작동 모드들에서, 실린더들은 스킵된 착화 기회들 동안 비활성화된다. 다시 말하면, 스킵된 작동 사이클들 동안 실린더들에 연료를 공급하지 않는 것 외에도, 밸브들이 펌핑 손실을 줄이기 위해 폐쇄 상태로 유지된다. 대응하는 실린더들이 착화되는 활성 착화 기회들 동안, 실린더들은 바람직하게는 최적의 연비에 대응하는 작동 영역과 같은 최적의 작동 영역에 있거나 이와 가까운 조건(예컨대, 밸브 및 스파크 타이밍, 및 연료 분사 레벨) 하에서 작동된다. 연비의 최적화가 많은 실시예들에서 주요 목적들 중 하나일 것으로 여겨지지만, 토크 증가 또는 배기 감소 역시 임의의 특정한 응용에서 최적의 작동 영역을 결정할 때의 인자들이라는 것을 이해해야 한다. 그러므로, 기준 또는 "최적" 착화들의 특성은 제어기 설계자에 의해 적절한 것으로 간주되는 임의의 방식으로 선택될 수 있다.
- [0037] 도 1에 도시된 구현예에서는, 다수의 구성요소들이 독립적 기능 블록들로 도식적으로 도시되어 있다. 실제 실시예들에서 독립적 구성요소들이 각각의 기능 블록을 위해 사용될 수 있지만, 다양한 블록들의 기능은 임의의 개수의 조합으로 쉽게 통합될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예로써, 요청된 착화 분율 계산기(122), 조절된 착화 분율 계산기(124), 및 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)은 모두 단일 착화 분율 결정부(224; 도 4 참조)로 쉽게 통합될 수 있거나, 기능 블록들의 다양한 조합들을 포함하는 구성요소들로서 구현될 수 있다. 대안적으로, 조절된 착화 분율 계산기 및 동력 트레인 조절 모듈의 기능들은 진동 제어부로 통합될 수 있다. 다양한 블록들의 기능은 룩업 테이블을 이용하거나 임의의 다른 적합한 방식에 의해, 아날로그 또는 디지털 로직 내에서 알고리즘 방식으로 달성될 수 있다. 또한, 전술한 구성요소들은 필요한 경우 엔진 제어부(140)의 로직으로 통합될 수 있다.
- [0038] 특정한 일례로, 도 1에 도시된 구현예에서, 요청된 착화 분율 계산기(122) 및 조절된 착화 분율 계산기(124)는 현재 가속 페달 위치 및 다른 작동 조건에 기반하여 요구되는 적절한 착화 분율을 나타내는 신호를 발생시키도록 협력한다는 것을 이해해야 한다. 이들의 기능을 별개의 두 구성요소들로서 설명하는 것이 착화 분율 계산기의 전체 기능을 설명하는 것을 도우며, 이러한 두 구성요소의 조합이 적절한 착화 분율을 선택하도록 잘 기능하지만, 동일 또는 유사한 기능이 다수의 다른 기법들을 통해 쉽게 달성될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

예컨대, 일부 구현예들에서, 토크 요청은 원하는 착화 분율로 직접 변환될 수 있다. 토크 요청은 (예컨대, ECU, 또는 토크 계산기로 효과적으로 작동하는 다른 구성요소에 의한) 원하는 토크 계산의 결과일 수 있거나, 가속 페달 위치로부터 직접적으로 또는 간접적으로 유래될 수 있거나, 또는 임의의 다른 적합한 공급원에 의해 제공될 수 있다.

[0039] 다른 구현예들에서, 요구된 착화 분율을 계산하거나 결정하는 별도의 단계 없이, 원하는 착화 분율을 선택하기 위해, 다차원 룩업 테이블이 사용될 수 있다. 예로써, 특정한 일 실시예에서, 룩업 테이블은 (a) 가속 페달 위치; (b) 엔진 속도(예컨대, RPM); 및 (c) 변속 기어에 기반할 수 있다. 물론, 매니폴드 절대 압력(MAP), 엔진 냉각수 온도, 및 캠 설정(즉, 밸브 개폐 시간), 스파크 타이밍 등을 포함하는 다양한 다른 인덱스들이 또한 다른 특정한 실시예들에서 사용될 수 있다. 룩업 테이블 사용의 하나의 이점은, 모델링으로 인해, 엔진 설계자가 임의의 특정한 작동 조건을 위해 사용될 착화 분율들을 맞춤화하며 기지정할 수 있다는 것이다. 이러한 선택들은 진동 완화, 음향 특성, 연비, 및 다른 모순되며 잠재적으로 충돌하는 인자들에 대한 원하는 절충을 포함하도록 맞춤화될 수 있다. 이러한 테이블은 또한, 원하는 엔진 출력을 제공하여 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)의 기능을 또한 포함하기 위해, 선택된 착화 분율과 사용하기 위한 적절한 질량 공기 충전(MAC) 및/또는 다른 적절한 엔진 설정을 식별하도록 배치될 수 있다.

[0040] 전술한 모든 구성요소들은 그 결정들/계산들을 매우 빠르게 리프레쉬하도록 배치될 수 있다. 일부 바람직한 구현예들에서, 이러한 결정들/계산들은 착화 기회별(즉, 작동 사이클별)로 리프레쉬된다(필수조건은 아님). 다양한 구성요소들의 착화 기회별 작동의 이점은, (특히, 착화들의 전체 패턴이 완료된 후 또는 다른 설정된 지연 후에만 응답할 수 있는 제어기들과 비교할 때) 제어기가 변화된 입력들 및/또는 조건들에 잘 응답하게 만든다는 것이다. 착화 기회별 작동이 매우 효과적이지만, 다양한 구성요소들(및 특히 착화 제어기(130) 전단의 구성요소들)이 (예컨대, 크랭크샤프트의 매 회전을 리프레쉬하는 등에 의해) 용인 가능한 제어를 여전히 제공하는 동안 더 느리게 리프레쉬될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0041] 많은 바람직한 실시예들에서, 착화 제어기(130)(또는 균등한 기능)는 착화 기회별로 이산 착화/비착화 결정을 내린다. 적절하게 실린더를 통기시키고 연료를 공급하기 위해 약간의 리드 시간이 요구될 수 있기 때문에, 이는 결정이 반드시 연소 이벤트의 발생과 동시에 이루어진다는 것을 의미하진 않는다. 따라서, 착화 결정은 통상적으로 착화 이벤트와 동시에 이루어지지만, 반드시 동기되어 이루어지지는 않는다. 다시 말하면, 착화 결정은 착화 기회 작동 사이클 바로 이전에 또는 실질적으로 동시에 이루어질 수 있거나, 또는 실제 착화 기회의 하나 이상의 작동 사이클 전에 이루어질 수 있다. 게다가, 많은 실시예들이 독립적으로 각각의 작동 챔버 착화 기회에 대해 착화 결정을 내리지만, 다른 실시예들에서는, 동시에 다수의(예컨대, 둘 이상의) 결정을 내리는 것이 바람직할 수 있다.

[0042] 일부 바람직한 구현예들에서, 착화 제어부(120)는 엔진 속도 및 실린더 위상(예컨대, 실린더 1의 상사점(TDC) 또는 다른 기준점까지)과 동기된 신호로부터 작동될 수 있다. TDC 동기화 신호는 착화 제어부를 위한 클록의 역할을 할 수 있다. 클록은 각각의 실린더 착화 기회에 대응하는 상승 디지털 신호를 갖도록 구성될 수 있다. 예컨대, 6기통 4행정 엔진에 대해, 클록은 엔진 회전당 3개의 상승 디지털 신호들을 가질 수 있다. 연속적 클록 펄스들 내의 상승 디지털 신호는 압축 행정의 끝에서 각각의 실린더의 TDC(상사점) 위치에 실질적으로 부합되도록 페이지될 수 있다(필수조건은 아님). 그러므로, 클록과 엔진 간의 위상 관계는 편의상 선택될 수 있으며, 상이한 위상 관계들이 또한 사용될 수 있다.

[0043] 주기적 패턴 발생기

[0044] 다음으로 도 2를 참조하여, 본원에서 종종 주기적 패턴 발생기(CPG; 124(a))로 지칭되는 조절된 착화 분율 계산기(124)의 특정한 일 실시예가 보다 상세히 설명될 것이다. 개념상, 주기적 패턴 발생기(124(a))는, 최종 착화 순서가 최대 인간 감도의 주파수 범위 내의 착화 주파수 성분들의 제거하거나 최소화하는 것을 보장하도록 시도하는 동안, 요청된 착화 분율에 가까운 작동 착화 분율을 결정하도록 배치된다. 차량 탑승자들에 대한 진동의 영향을 포함하는 다수의 연구들이 있었다. 예컨대, ISO 2631은 차량 탑승자들에 대한 진동의 영향에 관한 지침을 제공한다. 일반적으로, 0.2 Hz 내지 8 Hz의 주파수에서 진동은 탑승자 편의의 관점에서 최악의 유형의 진동 중 하나인 것으로 고려된다(그러나, 물론, 가장 관련된 경계들에 관하여 다수의 모순된 이론들이 존재한다). 그러므로, 일부 실시예들에서, 이러한 범위(또는 차량/엔진 설계자가 가장 관심을 갖는 임의의 범위(들)) 내의 진동 주파수를 최소화하는 제어 모드로 엔진을 작동시키는 것이 바람직하다.

[0045] 전술한 제1 구현예에서, 이는, 지정된 임계값을 초과하는 빈도로 반복되는 착화 "패턴" 또는 "순서"의 사용을 보장함으로써, 부분적으로 달성된다. 이로써, 주기적 패턴 발생기(124(a))는 요청된 착화 분율 계산기에 의해

결정된 착화 분을 내에 존재할 수 있는 저주파수 성분을 감소시키기 위한 필터로서 효과적으로 작동한다. 실제 반복 임계값은 임의의 특정한 응용의 필요에 따라 변경될 수 있지만, 일반적으로는 약 6 Hz 내지 12 Hz의 최소 반복 임계값들이 많은 응용들에서 잘 기능하는 것으로 여겨진다. 예시의 목적으로, 아래의 예에서는, 많은 응용들에서 적절한 것으로 밝혀진 8 Hz의 최소 반복 임계값이 사용된다. 그러나, 사용되는 실제 임계 레벨은 응용마다 다를 수 있으며, 소정의 응용들에서는 임계값이 사실상 (예컨대, 엔진 속도와 같은) 작동 조건에 어느 정도 기반하여 변경될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0046] 이러한 예로 돌아가면, 초당 8회 이상 반복되는 주기적 착화 패턴이 선택되는 경우, 착화 패턴 자체는 8 Hz 미만의 기본 주파수 성분들을 최소한으로 갖거나 전혀 갖지 않는다는 것을 상당히 확신할 수 있다. 다시 말하면, 착화 패턴이 주기적이며, 주기적 패턴의 반복들의 횟수가 초당 8회 이상인 경우, 엔진은 8 Hz 미만의 최소 진동으로 작동할 것이다. 이러한 구현예에서, 도 2에 도시된 조절된 착화 분을 계산기(124(a))는 구동 펄스 발생기(130)가 초당 적어도 8회(즉, 반복 임계값 이상으로) 반복되는 착화 명령어들의 반복 패턴을 출력하도록 배치된다.

[0047] 이러한 개념을 더 잘 설명하기 위해, 8 Hz의 원하는 반복 임계값을 갖는 2400 RPM으로 작동하는 4행정 6기통 엔진을 고려한다. 이러한 엔진은 분당 7200회의 착화 기회들 또는 초당 120회의 착화 기회들을 가질 것이다. 그러므로, 15회가 넘는 착화 기회들(예컨대, 초당 120회의 착화 기회들을 8 Hz로 나눔)로 연장되지 않는 (본원에서 주기적 착화 순서로 지칭되는) 반복 착화 순서가 사용되는 한, 주기적 착화 패턴 자체는 8 Hz 미만의 주파수 성분들을 갖지 않을 것으로 가정될 수 있다.

[0048] 이러한 방법을 구현하는 하나의 방식은, 원하는 임계값(예컨대, 8 Hz) 미만의 주파수 성분들을 도입할 위험 없이, 반복 순서에서 사용될 수 있는 최대수의 착화 기회들을 계산하는 것이다. 이러한 값은 본원에서 최대 가능한 주기적 착화 기회(maximum possible cyclic firing opportunity, MPCFO)로 지칭되며, 초당 착화 기회들을 원하는 최소 진동 주파수로 나눔으로써 계산될 수 있다. MPCFO는 또한 록업 테이블(LTU)을 사용하여 결정될 수 있다. 이러한 예에서 MPCFO = 120/8 = 15이다. MPCFO의 임의의 분율값은 원하지 않는 주파수 범위 내의 주파수 성분을 피하기 위해 반내림된다. MPCFO는 착화 기회 주파수 대 최소 원하는 진동 주파수의 비율을 반영하기 때문에, 이는 사이클당 착화 기회들을 반영하는 무차원수라는 것을 주목한다.

[0049] MPCFO가 15라고 가정할 때, 원하는 빈도 이상으로 착화 순서의 반복을 보장하는 다양한 가능한 작동 착화 분율들은, 15 이하의 분모를 갖는 모든 가능한 분율들을 고려함으로써 결정될 수 있다. 이러한 가능한 작동 착화 분율들로, 15/15, 14/15, 13/15, 12/15, 11/15 ... 3/15, 2/15, 1/15; 14/14, 13/14, 12/14, ... 3/14, 2/14, 1/14; 등이 포함되며, 13 내지 1의 분모값에 대해 이러한 패턴을 반복한다. 다양한 가능한 작동 착화 분율들의 검토에 따르면, 15의 MPCFO에 대해 73개의 고유의 가능한 작동 착화 분율들이 존재한다(즉, 다수의 분율들(예컨대, 6/15, 4/10, 2/5)이 반복될 것이므로, 중복값들을 제거한다). 이러한 일련의 가능한 착화 분율들은 15의 MPCFO와 관련된 일련의 유효 작동 착화 분율들로서, 조절된 착화 분을 계산기(124(a))에 의해 처리될 수 있다. MPCFO는 엔진 속도의 함수로 변경될 것이며, 상이한 MPCFO들은 상이한 일련의 유효 작동 착화 분율들을 가질 것이라는 점을 이해해야 한다. 이러한 점을 추가로 설명하기 위해, 도 8은 MPCFO의 함수로서의 잠재적 유효 착화 분율들의 개수를 도시한 그래프이다.

[0050] 착화 순서가 최소 반복 임계값을 초과하는 속도로 반복되도록 보장하는 일련의 유효 작동 착화 분율들은 엔진의 작동 중에 쉽게 동적으로 결정될 수 있다. 이러한 결정은 알고리즘 방식으로 계산될 수 있거나; 록업 테이블 또는 다른 적합한 데이터 구조의 사용을 통해 밝혀질 수 있거나; 또는 임의의 다른 적합한 메커니즘에 의해 밝혀질 수 있다. 이는 부분적으로는, MPCFO가 계산하기 매우 쉬우며, 각각의 고유의 MPCFO가 고정된 일련의 허용 가능한 착화 분율들을 가질 것이기 때문에, 매우 구현하기 쉽다는 것을 이해해야 한다.

[0051] 일반적으로, MPCFO 계산 방법을 이용하여 식별되는 일련의 유효 착화 분율들은 일련의 후보 착화 분율들로 고려될 수 있다. 이하에 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 일부 선택된 특정한 착화 분율들은 차량 공진을 여기시키거나 불쾌한 소음을 야기하기 때문에, 이들을 추가로 배제하는 것 역시 바람직할 수 있다. 배제된 착화 분율들은 변속 기어비와 같은 동력 트레인 파라미터들에 따라 변경될 수 있다.

[0052] 주기적 패턴 발생기(124(a))는 일반적으로 임의의 주어진 엔진 속도에서 유효 작동 착화 분율들 중 가장 적절한 것을 선택하도록 배치된다. 많은 (사실상 대부분의) 시간 동안, 명령된 착화 분율(125)은 요청된 착화 분율(123)에 비교적 가깝지만 이와 상이할 것이라는 점이 명확해야 한다. 도 3은 요청된 착화 분율을 전달된 착화 분율과 비교한 예시적 그래프로, 이는 MPCFO가 15인 상황에서 대표적인 조절된 착화 분을 계산기(124)에 의해 발생되었을 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 단지 유한수의 이산 착화 분율들의 사용은 계단형(stair step

type)의 전달된 착화 분을 거동으로 이어진다.

[0053] 앞서 지적한 바와 같이, 요청된 착화 분율(123)은 특정한 착화 조건 하에서 원하는 엔진 출력을 전달하기에 적절한 착화들(예컨대, 최적화된 착화들)의 백분율에 기초하여 결정된다. 명령된 착화 분율(125)이 요청된 착화 분율(123)과 상이할 때, 실린더들이 요청된 착화 분율의 결정 시에 고려된 것과 정확히 같은 조건 하에서 착화되는 경우, 엔진(150)의 실제 출력은 원하는 출력에 부합되지 않을 것이다. 그러므로, (조정된 착화 분율 계산기(124(a))의 일부로서 선택적으로 구현될 수 있는) 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)은 또한, 조절된 착화 분율을 이용할 때의 실제 엔진 출력이 원하는 엔진 출력에 부합되도록, 엔진의 작동 파라미터들 중 일부를 적절하게 조절하도록 배치된다. 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)은 별개의 구성요소로 도시되지만, 이러한 기능은 ECU 또는 다른 적절한 구성요소로 쉽게(그리고 종종) 통합될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 당업자들에게 의해 이해되는 바와 같이, 다수의 파라미터들은, 조절된 착화 분율을 이용한 실제 엔진 출력이 원하는 엔진 출력에 부합하도록 보장하기 위해, 각각의 착화에 의해 전달된 토크를 적절하게 조절하도록 쉽게 수정될 수 있다. 예로써, 스로틀 위치, 스파크 전진/타이밍, 흡기 및 배기 밸브 타이밍, 연료 충전 등과 같은 파라미터들은 착화당 원하는 토크 출력을 제공하도록 쉽게 수정될 수 있다.

[0054] 도 3에 도시된 바와 같이, 0 및 1에 가까운 것을 제외한 모든 요청된 착화 분율 레벨들에 대해, 주기적 패턴 발생기(124(a))에 의해 출력된 이산 착화 분율 레벨들은 요청된 레벨들에 비교적 가깝다. 다른 부분에서 설명된 바와 같이, 요청된 착화 분율이 1에 가까울 때, 착화-스킵 작동 모드와 대조적으로 정상 작동 모드로 엔진을 작동시키는 것이 바람직할 수 있다. 요청된 착화 분율이 0에 가까울 때(예컨대, 엔진이 공회전 중일 때), 엔진을 정상(비-착화-스킵) 작동 모드로 작동시키거나, 더 높은 착화 분율이 요구되도록 각각의 착화의 출력을 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 제어의 관점에서, 이는, (a) 요청된 착화 분율 계산기(123)에서 사용되는 기준 착화 출력을 간단히 감소시킴으로써; 그리고 (b) 그에 따라 엔진 파라미터들을 조절함으로써, 쉽게 달성된다.

[0055] 이하에 보다 상세히 논의되는 바와 같이, 주기적 패턴 발생기(124(a))(또는 다른 조절된 착화 분율 계산기들)는 RPM 히스테리시스 모듈 및 착화 분율 히스테리시스 모듈을 선택적으로 포함할 수 있다. 이러한 모듈들은 엔진 속도 또는 요청된 토크의 작은 변화로 인한 CPG 레벨의 불필요한 변동들을 최소화하는 역할을 한다. 히스테리시스 임계값들은 엔진 속도 및 요청된 토크의 함수로 변경될 수 있다. 또한, 히스테리시스 임계값들은 토크의 증가 또는 감소가 요청되는지 여부에 따라 비대칭일 수 있다. 히스테리시스 레벨들은 또한 변속 기어비와 같은 동력 트레인 파라미터들, 또는 브레이크 적용 여부와 같은 다른 차량 파라미터들의 함수로 변경될 수 있다.

[0056] 소음

[0057] 전술한 주기적 패턴 발생 방법은 엔진 진동의 감소에 있어서 매우 효과적이다. 그러나, 적절하게 해결되지 않는 경우, 반복적 패턴들을 사용한다는 약간의 잠재적 결함들이 있다. 첫 번째로, 이하에 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 패턴 자체의 반복적 특성으로 인해, 공진 또는 비트 주파수가 여기될 수 있고, 이는 웅웅거리는 소리나 툭툭거리는 소리로 이어진다. 두 번째로, 일부 반복적 패턴들은 실린더들이 장기간 동안 스킵되는 결과를 가져오며, 이는 엔진에 대한 열적, 기계적, 및/또는 제어 문제를 야기할 수 있다. V8 엔진에서, N/8의 분율로 표현될 수 있는 모든 착화-스킵 착화 분율들은 이러한 잠재적 문제를 갖는다. 예컨대, 1/2의 착화 분율은 잠재적으로 일련의 4개의 실린더들을 지속적으로 착화시킬 수 있으며, 다른 4개의 실린더들을 착화시키지 않을 수 있다(이는 착화되는 특정한 실린더들에 기반하여 바람직하거나 바람직하지 않을 수 있다). 마찬가지로, 1/8의 착화 분율은 하나의 실린더를 지속적으로 착화시킬 수 있지만, 다른 7개의 실린더들을 착화시킬 수 없다. 다른 분율들 역시 이러한 특성을 나타낼 수 있다. 물론, 다른 크기의 엔진들도 유사한 문제를 갖는다.

[0058] 음향 비트 문제의 성질을 더 잘 이해하기 위해, 많은 유형의 엔진들에서 매우 원활하게 작동되는 경향이 있는 1/3의 명령된 착화 분율을 고려한다. 이러한 배치에서, 착화 분율은 매 3번째 실린더를 착화시킴으로써 구현될 수 있다. 매 3번째 실린더를 착화시키는 1500 RPM으로 작동하는 4행정 V8 엔진은 33 1/3 Hz의 기본 주파수로 이어질 것이다. 이러한 높은 착화 주파수에서, 운전자는 거의 진동을 느끼지 않는다. 불행히도, 최종 패턴의 규칙성은 음향 문제를 만들 것이다. 구체적으로, 실제 실린더 착화 순서는 매 24회의 착화 기회들을 반복한다. 따라서, 개별 실린더 착화들이 약간 다른 음향 특성을 갖는다면(배기 시스템 설계 등과 같은 인자들로 인해 드물지 않다), 4.2 Hz 음향 비트로 이어질 것이다. 매 3번째 실린더를 착화시키는 것이 1500 RPM에서 33 1/3 Hz의 기본 주파수로 이어지지만, 정확히 같은 실린더 착화 패턴이 8기통 엔진에서 매 24회의 착화 기회들을 반복하기 때문에, 이러한 비트가 발생할 수 있다. 1500 RPM에서, 초당 100회의 착화 기회들이 있고, 그 결과로 정확히 같은 실린더 순서가 초당 약 4.2회 반복된다(즉, $100 \div 24 \sim 4.2$). 그러므로, 약 4.2 Hz의 비트 주파수를 발생시킬 가능성이 있다. 이러한 비트는 종종 차량 탑승자에 의해 인지될 수 있으며, 인지 가능할 때 청각적으로 불쾌할

수 있다. 다른 한편으로, 비트 주파수는 관찰자가 인지할 때까지 일정 시간이 걸릴 정도로 충분히 낮다. 따라서, 차량이 수 초 동안 지속적으로 동일한 착화 분율로 운전될 때, 다른 경우라면 인지 가능하지 않았을 음향 공진이 인지 가능하게 될 수 있다. 물론, 여기될 수 있는 다수의 다른 공진 비트들 역시 존재할 수 있다.

[0059] 실제로, 일부 엔진들에서, 허용된 주기적 착화 패턴들/착화 분율들 중 일부가 바람직하지 않은 음향을 발생시킨다는 것이 관찰되었다. 사실상, 1/3 및 1/2과 같은 가장 원활한 착화 분율들 중 일부도 종종 바람직하지 않은 음향을 일으키기 쉽다. 일부 상황들에서, 바람직하지 않은 음향은 앞서 논의된 공진 비트 주파수들의 유형과 관련되며, 이는 배기 경로의 특성들 및/또는 고유 주파수들(resonant frequencies)과 관련되는 것으로 보인다. 다른 상황들에서(예컨대, 1/2이 사용될 때), 소음은 실린더 뱅크들 또는 그룹들로의 전환 또는 이들 간의 전환과 관련될 수 있다. (관련 배기 시스템 등을 구비한) 임의의 특정한 엔진 및 임의의 특정한 차량에 대해, 바람직하지 않은 음향 소음을 발생시키는 착화 분율/엔진 속도 조합들이 쉽게 식별될 수 있다. 이러한 식별은 실험적으로 또는 분석적으로 달성될 수 있다.

[0060] 음향 소음 문제는 다수의 상이한 방식들로 해결될 수 있다. 예컨대, 바람직하지 않은 음향 소음을 발생시키기 쉬운 착화 분율(들)은 실험에 의하여 비교적 쉽게 식별될 수 있으며, 조절된 착화 분율 계산기는 특정한 작동 조건 하에서 이러한 분율들의 사용을 배제하도록 설계될 수 있다. 하나의 이러한 배치에서, 음향 소음을 발생시킬 가능성이 높은 것으로 인지되는 착화 분율 대신에, 다음 차수 또는 다음으로 가까운 착화 분율이 사용될 수 있다. 다른 구현예들에서, 명령된 착화 분율은 이하에 보다 상세히 설명되는 바와 같이 계산된 착화 분율들로부터 약간의 양만큼 오프셋될 수 있다. 음향 소음 문제가 먼저 주기적 패턴 발생기(124(a))의 맥락에서 논의되었지만, 기본적인 음향 문제가 임의의 착화 분율 결정부의 설계에 적용 가능하다는 것을 이해해야 한다.

[0061] 음향 소음 문제가 항상 엄격하게 착화 분율의 역할은 아니라는 것 역시 관찰되었다. 오히려, 엔진 속도, 기어 등을 포함하는 다른 변수들이 엔진 작동의 음향에 영향을 미칠 수 있다. 그러므로, 조절된 착화 분율 결정부는 이러한 바람직하지 않은 음향 소음을 발생시키는 임의의 착화 분율/엔진 속도/기어 조합들의 사용을 피하도록 배치될 수 있다. 특업 테이블을 사용하여 적절한 조절된 착화 분율(125)을 결정하는 구현예들에서, 바람직하지 않은 음향 특성을 갖는 임의의 착화 분율은 일련의 유효 착화 분율들로부터 간단히 제거될 수 있다. (예컨대, 알고리즘 방식으로 또는 로직을 사용하여) 실시간으로 명령된 착화 분율(125)을 계산하는 구현예들에서, 제안된 착화 분율이 먼저 계산될 수 있고, 이후 제안된 착화 분율은 금지된 착화 분율이 아님을 보장하기 위해 검사될 수 있다. 제안된 착화 분율이 금지된 착화 분율로 판명되는 경우, 금지된 착화 분율 대신에 가까운 착화 분율(예컨대, 다음 차수의 착화 분율)이 선택될 수 있다. 이러한 검사는 임의의 적합한 기법을 이용하여 이루어질 수 있다. 예로써, 엔진 속도를 인덱스로 사용하는 특업 테이블이 임의의 주어진 엔진 속도에 대해 금지되는 잠재적 착화 분율들을 식별하기 위해 사용될 수 있다.

[0062] 다른 방법은 음향 소음을 적절하게 완화하는 인자를 금지된 착화 분율에 간단히 추가하는 것일 수 있다. 예컨대, 1/3과 같은 제안된 착화 분율이 바람직하지 않은 음향 특성을 갖는 것으로 알려진 경우, 그 대신에 상이한 착화 분율(예컨대, 17/50 또는 7/20)이 사용될 수 있다. 이러한 분율들은 1/3과 거의 같은 착화 주파수를 가지므로, 출력 토크가 요구된 토크에 실질적으로 부합되게 하기 위해, 착화 토크당 작은 감소만이 요구될 것이다. 다시, 실제 오프셋은 특정한 엔진 작동 조건에 기반하여 기설정되거나 계산될 수 있다.

[0063] 잠재적 음향 문제의 해결에 유용할 수 있는 다른 메커니즘은 착화 제어기에 의해 발생하는 반복 패턴들을 종종 파괴하는 것이다. 이는 또한, 단지 소정의 실린더들만이 착화되거나 착화되지 않는 상황에서, 열적 및 기계적 문제가 발생하는 것을 방지하기 위해 바람직할 수 있다. 이러한 주기적 패턴의 파괴에 대한 하나의 방법은 제어기로 하여금 종종 별도의 착화를 추가하게 하는 것이다. 이는 다수의 방식들로 달성될 수 있다. 도 4에 도시된 구현예에서, 착화 제어기(230)에 입력되는 값을 종종 소량씩 증가시키도록 프로그램될 수 있는 별도의 착화 삽입기(272)가 구비된다. 이는 요청된 착화 분율을 증가시키는 효과를 가지며, 별도의 착화들을 야기할 것이다. 예컨대, 삽입기가 장기간 동안 명령된 착화 분율을 1%만큼 증가시키는 경우, 착화 제어기는 매 100회의 착화 기회들에 별도의 착화를 제공할 것이다. 별도의 착화들의 빈도 및 일반적 타이밍은 임의의 특정한 설계의 요구를 충족시키기 위해 변경될 수 있지만, 일반적으로는 전체 엔진 출력에 상당한 영향을 미치지 않기 위해 별도의 착화들의 횟수를 상당히 낮게 유지하는 것이 바람직하다. 예로써, 명령된 착화 분율 신호(125)에 의해 지시된 착화들의 백분율을 약 0.5% 내지 5% 증가시키는 것은, 음향 소음을 현저히 감소시키기에 충분하게 패턴들을 파괴하기에 일반적으로 충분하다. 도시된 구현예에서, 삽입기는 착화 제어기(230)의 전단에 위치한다. 그러나, 별도의 착화들이 동일한 기능을 달성하기 위해 다양한 장소들에서 착화 제어부 로직에 도입될 수 있다는 것 역시 명백해야 한다.

- [0064] 또한, 삽입기(272)는 단지 특정한 착화 분율들(예컨대, 음향 또는 다른 문제를 갖는 것으로 알려진 착화 분율들)과 관련하여 추가적 착화들을 삽입하도록(예컨대, 착화 분율을 증가시키도록) 프로그램될 수 있다. 반대로, 삽입기는 특정한 착화 분율들과 관련하여 추가적 착화들을 삽입하지 않도록 배치될 수 있다. 특정한 일 실시예에서, 삽입기는 (임의의 특정한 작동 상태에 대해 0, 양, 또는 음일 수 있는) 별도의 착화 삽입의 빈도를 식별하기 위해 사용되는 2차원 룩업 테이블을 포함할 수 있되, 인덱스들 중 하나는 요청된 토크 또는 명령된 착화 분율이며, 다른 하나는 엔진 속도이다. 물론, 더 높거나 더 낮은 차원의 룩업 테이블들, 및 다른 인덱스(예컨대, 기어)를 사용하는 테이블들, 및/또는 다수의 알고리즘들 및 기타 방법들이 또한 삽입의 빈도를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 삽입의 타이밍을 임의의 추출하는 것 역시 바람직할 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 시간에 따라 삽입의 크기를 변경하는 것이 바람직할 수 있다(예컨대, 안정 상태 입력에 대해, 제 1 짧은 기간 동안 1%만큼 증가시키고, 이어 2% 삽입한 후, 삽입하지 않는다). 따라서, 삽입의 성질은 임의의 특정한 응용의 요구를 충족시키기 위해 광범위하게 변경될 수 있다.
- [0065] 패턴의 파괴에 대한 다른 방법은 CPG 명령 신호에 디터를 도입하는 것이다. 디터는 주요 또는 제2 신호에 중첩되는 랜덤 소음형 신호로 고려될 수 있다. 필요한 경우, 디터는 추가적 착화들에 더하여 또는 대신에 삽입기(272)에 의해 도입될 수 있다. 다른 실시예들에서, 디터(또는 삽입기(272)의 다른 기능)는 착화 제어기(230) 내에 내면적으로 삽입될 수 있다.
- [0066] 음향 문제의 완화에 대한 또 다른 방법들이 도 6 및 도 7과 관련하여 이하에 논의된다. 게다가, 일부 음향 문제는 착화 분율 및 착화 순서의 제어 외에도 차량의 기계적 설계를 통해 해결될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 차량의 기계적 설계와 착화 순서 제어 알고리즘의 복잡성 간에 절충이 존재할 수 있고, 비용효율적인 공학적 해결방안이 당업자들에 의해 결정될 수 있다.
- [0067] 원활화 작동(Smoothing Operation)
- [0068] (통상적으로 작은 일련의 유효 착화 분율들을 사용하는) 종래의 착화-스킵 제어기들에서, 더 인지하기 쉬운 엔진 거칠기 중 일부는 상이한 착화 패턴들 간의 천이와 관련되는 경향이 있다는 것이 관찰되었다. 도 1과 관련하여 기술한 착화-스킵 제어기의 하나의 특징은, 시그마 델타 기반 착화 제어기(구동 펄스 발생기; 130)가 명령된 착화 분율의 변화 중에도 착화 명령어들을 필연적으로 확산시킨다는 것이다. 착화 명령어들의 이러한 확산은 여러 바람직한 효과들이 있다는 것을 이해해야 한다. 먼저, 착화들이 상당히 균일하게 확산되는 경향이 있기 때문에, 확산은 임의의 주어진 착화 분율에서 엔진의 작동을 원활화하는 경향이 있다. 추가적으로, 시그마 델타 컨버터의 어큐뮬레이터 기능이 사전에 요청되었지만 전달되지 않는 착화의 부분을 효과적으로 추적하기 때문에, 확산은 상이한 착화 분율들 간의 원활한 천이를 돕는다-그에 따라 착화 분율들 간의 천이는 이러한 추적 없이 관찰될 때만큼 파괴적이지 않은 경향이 있다. 다른 방식으로 설명하면, 시그마 델타 컨버터는, 요청되었지만(예컨대, 명령된 착화 분율 신호(125)에 의해 요청되었지만) 지시되지 않은(예컨대, 구동 펄스 신호(113)의 형태로 지시되지 않은) 착화의 부분을 효과적으로 추적한다. 최근의 착화의 이러한 추적 또는 "기억"은 착화 순서의 임의의 시점에 하나의 착화 분율과 다음 착화 분율 간의 천이를 용이하게 하며, 이는 상당히 유리하다. 다시 말하면, 상이한 착화 분율이 명령될 수 있기 전에, 패턴이 하나의 사이클을 완료할 필요가 없다.
- [0069] 게다가, 기술한 실시예들 중 일부는 엔진 속도(RPM) 기반 클록의 사용을 고려한다. RPM 기반 클록을 사용하는 하나의 잠재적 복잡성은, 매 실린더 착화가 엔진 RPM의 인지 가능한 변화를 야기하는 경향이 있다는 것이다. 제어의 관점에서, 이는 제어기에 악영향을 미칠 수 있는 클록의 지터에 효과적으로 도달한다. RPM 클록을 사용하는 제어기들에서 착화들의 보다 균일한 확산의 다른 이점은, 확산이 또한 클록 지터의 악영향을 감소시키는 경향이 있다는 것이다.
- [0070] 시그마-델타 기반 착화 제어기들(및 다른 유사한 유형의 컨버터들)이 엔진 작동을 원활화하기 위해 상당한 역할을 수행하지만, 엔진 작동의 추가적 원활화를 돕기 위해 사용될 수 있는 다수의 다른 제어 특징들이 존재한다. 다시 도 4를 참조하면, 제어된 엔진/차량의 원활성 및 구동성을 추가로 개선하기 위해, 기술한 착화-스킵 제어기들에 추가되거나 함께 사용될 수 있는 여러 추가적 구성요소들 및 제어 방법들이 설명될 것이다. 도 4의 구현예에서, 착화 제어부(220)는 착화 분율 결정부(224), 한 쌍의 저역 통과 필터들(270, 274), 및 착화 제어기(230)(및 선택적으로 삽입기(272))를 포함한다. 이러한 구현예에서, 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)은 또한, 원하는 질량 공기 충전(MAC), 및/또는 실제 엔진 출력이 요청된 엔진 출력에 부합되도록 보장하는 것을 돕기에 바람직한 다른 엔진 설정의 결정을 담당한다. 착화 제어기(230)는 시그마 델타 컨버터, 또는 명령된 착화 분율을 전달하는 임의의 다른 컨버터의 형태를 취할 수 있다.
- [0071] 안정 상태 작동 중에, 대부분의 운전자들은 운전 중에 발을 가속 페달 상에 완전히 가만히 두지는 못한다는 것

이 관찰되었다. 다시 말하면, 대부분의 운전자들의 발은 페달을 안정된 상태로 유지하려 할 때에도 운전 중에 약간씩 상하로 진동하는 경향이 있다. 이는 부분적으로는 심리적 이유 때문이며, 부분적으로는 필연적 도로 진동 때문인 것으로 여겨진다. 원인과 무관하게, 이러한 진동은 요청된 토크의 작은 진동으로 변환되는데, 이는, 이러한 진동이 임계값(일반적으로 착화 분율 계산기로 하여금 2개의 상이한 착화 분율들 간에 전환되게 한다)을 지나 발생하는 경우, 인접한 착화 분율들 간의 비교적 빈번한 전후 전환을 잠재적으로 야기할 수 있다. 착화 분율들 간의 이러한 빈번한 전후 전환은 일반적으로 바람직하지 않으며, 통상적으로 엔진 출력을 실제로 변화시키기 위한 운전자의 어떤 의도도 반영하지 않는다. 다양한 메커니즘이 가속 페달 신호(110)의 이러한 작은 변경의 효과를 완화시키기 위해 사용될 수 있다. 예로써, 일부 구현예들에서, 프리-필터(261)가 이러한 작은 입력 신호 진동을 필터링하기 위해 구비된다. 프리-필터는 운전자에 의해 의도되지 않은 것으로 여겨지는 입력 신호(110)의 약간의 작은 진동 변경을 효과적으로 제거하기 위해 사용될 수 있다. 다른 구현예들에서, 프리-필터(261)에 더하여 또는 대신에, 착화 분율 결정부(224)가 명령된 착화 분율의 결정 시에 가속 페달 입력 신호(110)에 히스테리시스를 적용하거나, 그렇지 않으면 그 안의 작은 진동 변경을 무시하도록 배치될 수 있다. 이는, 요청된/명령된 착화 분율에 어떤 변화가 이루어지기 전에, 입력 신호(110)가 설정된 양만큼 변화되도록 요구하는 히스테리시스 상수의 사용에 의해 쉽게 달성될 수 있다. 물론, 이러한 히스테리시스 상수의 값은 임의의 특정한 응용의 요구를 충족시키기 위해 광범위하게 변경될 수 있다. 마찬가지로, 상수 대신에, 히스테리시스 임계값은 토크 요청의 백분율 변화의 형태를 취하거나, 다른 적합한 임계값 함수들을 사용할 수 있다.

[0072] 또 다른 응용들에서, 토크 히스테리시스가 요청된 토크의 결정의 일부로서 토크 계산기, ECU, 또는 다른 구성요소에 의해 적용될 수 있다. 사용된 실제 토크 히스테리시스 임계값들 및/또는 적용 및 사용된 히스테리시스의 성질은 원하는 설계 목적을 달성하기 위해 광범위하게 변경될 수 있다.

[0073] 관련 착화 분율 결정부(122, 224) 등을 임계량보다 더 큰 입력 신호 변경에만 응답하여 요청된/명령된 착화 분율을 변화시키는 것에 한정하는 것은, 착화 제어부(120, 220) 등이 운전자의 요청을 추적하는 실제 엔진 출력을 전달하지 않음을 의미하지 않는다는 것을 이해해야 한다. 오히려, 입력 신호의 임의의 더 작은 변경은, 동일한 착화 분율을 사용하는 동안 엔진 설정(예컨대, 질량 공기 충전)을 적절하게 변경함으로써, 보다 전통적인 방식으로 처리될 수 있다.

[0074] 본원에 설명된 착화 분율 계산기들 중 일부의 특히 주목할 만한 특성은, 유효 착화 분율들의 개수가 엔진의 작동 속도에 기반하여 가변적이거나 가변적일 수 있다는 것이다. 다시 말하면, 높은 엔진 속도에서 사용 가능한 착화 분율들의 개수는, 낮은 엔진 속도에서 사용 가능한 착화 분율들의 개수보다 더 클 수 있다(그리고 잠재적으로 훨씬 더 클 수 있다). 이러한 특성은, 엔진 속도와 무관한 비교적 작은 고정된 일련의 착화 분율들을 사용하도록 일반적으로 한정되는 종래 착화-스킵 제어기들과 상당히 다르다. 예로써, 전술한 주기적 패턴 발생기(124(a))의 알고리즘 방식의 실시예들은 엔진의 작동 중에 가능한 작동 착화 분율 상태들의 개수 및 값을 동적으로 계산하도록 배치된다. 이로써, 일련의 가능한 동작 착화 분율들은 MPCFO 변화의 정수값을 언제든지 변화시킬 것이다. 물론, 다른 (예컨대, 테이블 기반) 구현예들에서, 더 많은 착화 분율들을 유효하게 만드는 임계값들이 상이한 방식으로 변경될 수 있다.

[0075] 그럼에도, 명령된 착화 분율이 부분적으로는 엔진 속도의 함수로 변경될 수 있기 때문에, 엔진 속도의 작은 변화가 명령된 착화 분율의 변화를 야기할 수 있는 상황들이 존재할 수 있다. 착화 분율들 간의 천이가 바람직하지 않은 진동 및/또는 음향 소음의 하나의 잠재적 근원이 되는 경향이 있고, 인접한 착화 분율들 간의 빠른 전후 변동이 특히 바람직하지 않은 경향이 있다는 것이 관찰되었다. 이러한 변동들의 빈도의 감소를 돕기 위해, 착화 분율 결정부(124, 124(a), 224) 등은 동적 RPM 기반 히스테리시스를 제공하도록 배치될 수 있고, 그에 따라 엔진 속도의 비교적 작은 변화는 착화 분율의 변화를 야기하지 않는다.

[0076] 문제의 본질을 더 잘 설명하기 위해, 주기적 패턴 발생기(CPG; 124(a))를 사용하여 명령된 착화 분율을 결정하는 착화 제어부(120, 220)를 고려한다. 매 실린더 착화는 각각 엔진 속도(RPM)에 의미 있는(non-trivial) 변화를 야기할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 그러므로, 엔진이 CPG 레벨들 간에 임계값에 가까운 속도로 작동 중인 경우, 특정한 실린더들의 연속적 착화들 및 비착화들은 제어기로 하여금 CPG 레벨들 간에 전후로 변동되게 할 수 있고, 그에 따라 바람직하지 않은 명령된 착화 분율들을 야기할 수 있다. (공통의 명령된 착화 분율(즉, 공통의 CPG 레벨)에 대한 입력 또는 요청된 착화 분율 맵의 범위를 주목한다.) 따라서, 이러한 실시예에서, 주기적 패턴 발생기(124(a))가 초기 CPG 레벨을 상이한 CPG 레벨로 실제로 변화시키기 전에, 엔진 속도의 변화가 최소 단계값을 초과하도록 보장하는 것이 바람직하다. 임의의 특정한 제어기 설계에서 적용된 RPM 히스테리시스의 양은 특정한 차량 제어 스킴의 요구를 충족시키기 위해 변경될 수 있다. 그러나, 예로써, 전술한 주기적 패턴

턴 발생기(124(a)) 실시예에 적절한 수식은 다음과 같다:

[0077] RPM 히스테리시스 = (고역 통과 차단 주파수*120/#실린더들)

[0078] 여기서, 고역 통과 차단 주파수는 착화 명령어들의 반복 패턴이 각 초마다 반복될 것으로 예상되는 최소 횟수를 나타내는 반복 임계값이며(예컨대, 전술한 예에서는 8 Hz), #실린더들은 엔진이 구비한 실린더들의 개수이다. 앞서 논의된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 고역 통과 차단 주파수를 엔진 속도, 기어, 또는 다른 인자들의 함수로 변경하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 실시예들에서, RPM 히스테리시스의 적용된 레벨은 또한 이러한 인자들의 함수로 변경될 수 있다.

[0079] 다른 응용들에서, 기정의된 RPM 히스테리시스 임계값(즉, 지정된 값(예컨대, 200 RPM)을 초과하는 엔진 속도 변화를 요구함), 또는 엔진 속도의 백분율에 기반하는 RPM 히스테리시스(예컨대, 엔진 속도의 지정된 백분율(예컨대, 공칭 엔진 속도의 5%)를 초과하는 엔진 속도 변화를 요구함)를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 물론, 이러한 임계값들을 위해 사용되는 실제값들은 임의의 특정한 응용의 요구를 충족시키기 위해 광범위하게 변경될 수 있다.

[0080] 다른 특정한 실시예에서, 래치가 엔진 속도의 최근의 변동에서 관찰된 최소 엔진 속도값(예컨대, RPM)을 유지하기 위해 구비될 수 있다. 이후, 래치된 엔진 속도는 RPM 히스테리시스를 초과하는 엔진 속도의 변화가 관찰된 경우에만 증가한다. 이후, 이러한 래치된 엔진 속도는 계산 또는 룩업의 일부로서 엔진 속도를 요구하는 다양한 계산들에서 사용될 수 있다. 이러한 계산들의 예는, 다양한 룩업 테이블들 등을 위한 인덱스로서 또는 MPCFO의 계산에서 사용되는 엔진 속도를 포함할 수 있다. 소정의 계산들에서 이러한 최소 래치된 엔진 속도값을 사용하는 이점들 중 일부는 다음과 같다: (a) (예컨대, 운전자가 가속 페달을 해제할 때) 토크 요청의 감소에 대한 빠른 응답을 보장한다; 및 (b) 고역 통과 차단 주파수가 요청값 아래로 감소하지 않도록 보장한다.

[0081] 임시 응답

[0082] 전술한 착화 분을 관리 기반 착화-스킵 제어기들에 의하면, 명령된 착화 분율에 변화가 이루어지면 언제든지, 요청된 질량 공기 충전(MAC)의 계단 변화(step change)가 통상적으로 있을 것이다. 그러나, 많은 상황들에서, MAC의 요청된 변화를 제공하기 위해 흡기 매니폴드를 통해 공기 유속을 증가 또는 감소시키는 것과 관련된 필연적 지연 및 스로틀의 응답 시간은, 요청된 MAC에 계단 변화가 있는 경우, 다음의 몇몇 착화 기회들 동안 실제로 유효한 공기량(즉, 실제 MAC)이 요청된 MAC과 약간 다를 수 있게 한다. 그러므로, 이러한 상황들에서, 다음의 명령된 착화(또는 다음의 몇몇 명령된 착화들)를 위해 실제로 유효한 MAC는 요청된 MAC와 약간 다를 수 있다. 일반적으로, 이러한 오차들을 예측하고 교정하는 것이 가능하다.

[0083] 도 4에 도시된 구현예에서, 착화 분을 계산기(224)의 출력은 착화 제어기(230)에 전달되기 전에 한 쌍의 필터(270, 274)를 통과한다. (저역 통과 필터들일 수 있는) 필터들(270, 274)은 명령된 착화 분율의 임의의 계단 변화의 효과를 완화시키므로, 착화 분율의 변화는 더 장기간에 걸쳐 확산된다. 이러한 "확산" 또는 지연은 상이한 명령된 착화 분율들 간의 원활한 천이를 도울 수 있으며, 또한 엔진 파라미터들을 변화시킬 때 기계적 지연의 보상을 돕기 위해 사용될 수 있다.

[0084] 특히, 필터(270)는, 엔진 거동에 대한 더 양호한 응답을 제공하여 단속적 임시 응답을 방지하기 위해, 상이한 명령된 착화 분율들(예컨대, 상이한 CPG 레벨들) 간의 갑작스러운 천이를 완화한다. 응답의 임시적 성질이 저 주파수 진동의 발생을 방지하기 때문에, CPG 레벨들 간의 천이 동안 비-CPG 레벨들로 작동하는 것이 일반적으로 용인 가능하다.

[0085] 앞서 논의된 바와 같이, 착화 분을 결정부(224)가 명령된 착화 분율의 변화를 지시할 때, 이는 또한 통상적으로 동력 트레인 조절 모듈(133)로 하여금 엔진 설정(예컨대, 매니폴드 압력/질량 공기 충전을 제어하기 위해 사용될 수 있는 스로틀 위치)의 대응하는 변화를 지시하게 할 것이다. 필터(270)의 응답 시간이 지시된 엔진 설정의 변화를 구현하기 위한 응답 시간(들)과 상이하다는 점에서, 요청된 엔진 출력과 전달된 엔진 출력 간의 부정합이 있을 수 있다. 사실상, 실제로, 이러한 변화의 구현과 관련된 기계적 응답 시간은 착화 제어부의 클럭 속도보다 훨씬 더 느리다. 예컨대, 매니폴드 압력의 명령된 변화는 관련 기계적 시간 지연을 갖는 스로틀 위치의 변화를 수반할 수 있고, 스로틀의 실제 이동과 원하는 매니폴드 압력의 달성 간에 추가 시간 지연이 존재한다. 최종 결과는, 단일 착화 기회의 기간 내에 소정의 엔진 설정의 명령된 변화를 구현하는 것이 종종 가능하지 않다는 것이다. 고려되지 않은 경우, 이러한 지연은 요청된 엔진 출력과 전달된 엔진 출력 간의 차이로 이어질 것이다. 도시된 구현예에서, 필터(274)는 이러한 불일치의 감소를 돕기 위해 구비된다. 보다 구체적으로, 필터(274)는 그 출력이 엔진 거동과 유사한 속도로 변화되도록 스케일링된다; 예컨대, 이는 흡기 매니폴드 충전/비충진

동력학에 실질적으로 부합될 수 있다.

- [0086] 도 4에 도시된 구현예에서, 착화 분율 결정부(224)의 출력(225(a))은 필터(270)를 통과하여, 신호(225(b))가 된다. 흡입기(272)가 사용되는 경우, 이 단계에서 그 출력이 가산기(226)에 의해 추가되어, 신호(225(c))가 된다. 물론, 흡입기가 사용되지 않으면(또는 흡입이 적용되지 않으면), 신호들(225(b), 225(c))은 같을 것이다. 이러한 신호(225(c))는 바람직하게는, 적절한 동력 트레인 설정을 결정할 때 동력 트레인 파라미터 조절 모듈(133)에 의해 확인되고 사용되는 명령된 착화 분율이며, 그에 따라 엔진 설정은 필터(270) 및 (존재하는 경우) 흡입기(272)의 효과를 고려하여, 명령된 착화 분율을 위해 원하는 엔진 출력을 전달하도록 적절하게 계산된다. 그러나, 신호(225(c))는 명령된 착화 분율(225(d))로서 착화 제어기(230)에 실제로 전달되기 전에 필터(274)를 통과한다. 전술한 바와 같이, 필터(274)는 엔진 설정을 변화시킬 때 필연적인 임시 응답 지연의 고려를 돕기 위해 배치된다. 그러므로, 필터(274)는 착화 제어기(230)에 실제로 요구된 착화 분율이 이러한 필연적 지연을 고려하도록 보장하는 것을 돕는다.
- [0087] 필터(270)에 의해 주어진 착화 분율들 간의 명령된 천이를 완료할 때의 지연은 대부분의 상황들에서 전체 엔진 응답에 중요하지 않다는 것이 명백해야 한다. 그러나, 예컨대, 요청된 착화 분율에 큰 변화가 있을 때와 같이, 이러한 지연이 바람직하지 않을 수 있는 때가 있다. 이러한 상황들을 수용하기 위해, 필터들은, 착화 분율의 큰 변화가 지시될 때, 착화 분율 결정부(224)의 출력(225(a))이 착화 제어기(230)로 직접 전달되게 하는 바이패스 모드를 포함할 수 있다. 이러한 바이패스 필터들의 설계는 필터 설계 분야에 잘 알려져 있다. 예컨대, 필터 내부 설정은 필터의 출력이 기결정된 값이 되도록 다시 초기화될 수 있다.
- [0088] 양 저역 통과 필터들(270, 274)을 구현하기 위해, 다양한 저역 통과 필터 설계들이 사용될 수 있다. 필터들의 구성은 임의의 특정한 응용의 요구를 충족시키기 위해 변경될 수 있다. 대안적으로, 센서들이 MAP의 시간 변화(time evolution)를 능동적으로 모니터링하기 위해 착화 제어부(220)에 신호를 공급하도록 배치될 수 있다. 이러한 정보 및 정확한 MAP 모델이 주어질 때, 필터(274)는 이러한 정보에 기반하여 조절될 수 있다. 일부 특정한 구현예들에서, 저역 통과 무한 임펄스 응답(IIR) 필터들이 필터들(270, 274)로 사용되며, 이들은 특히 잘 기능하는 것으로 밝혀졌다. 명령된 착화 분율 신호(225) 및 착화 제어기(230)처럼, IIR 필터는 바람직하게는 각각의 착화 기회와 클럭킹된다. 이러한 응용에서 사용하기에 적합한 특정한 일차 IIR 필터 설계의 구성이 이하에 설명된다. 특정한 필터 설계가 설명되지만, 무한 임펄스 응답(FIR) 필터 등을 포함하는 다양한 다른 저역 통과 필터들 역시 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0089] 필터 설계 분야의 숙련자들에 의해 이해되는 바와 같이, 샘플링 시간(T)을 갖는 이산 일차 IIR 필터를 위한 수식은 다음과 같다:
- [0090]
$$Y_n = CT * X_n + (1-CT)Y_{(n-1)}$$
- [0091] 그러나, 전술한 구현예에서, 클럭은 가변적이며, 엔진 속도에 결부된다. 그러므로, 크랭크샤프트 각도에 기반하여 일차 IIR 필터를 일정한 샘플링 시간 일차 필터로부터 가변 샘플링 시간 일차 필터로 변환하기 위해, 계수가 다음과 같이 재계산되어야 한다:
- [0092]
$$CF = (CT / T) * (60/RPM) / (\#실린더/2)$$
- [0093]
$$CF = (2*CT / T) * (60/RPM) / (\#실린더)$$
- [0094]
$$CF = K * (60/RPM) / (\#실린더)$$
- [0095] 여기서, CT 및 CF는 각각 시간 기반 "T" 필터 및 각도 또는 착화 분율 기반 "F" 필터를 위한 필터의 계수이다.
- [0096] 따라서, 전술한 시간 기반 IIR 필터와 동일한 특성을 갖는 일차 IIR 필터를 위한 수식은 다음과 같을 것이다:
- [0097]
$$YF = CF * XF + (1-CF)Y_{(F-1)}$$
- [0098] 특정한 일차 IIR 필터가 설명되었지만, 전술한 이산 일차 IIR 필터 대신에, 더 높은 차수의 IIR 필터들 및 다른 적절한 필터들을 포함하는 다른 필터들이 쉽게 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0099] 착화 분율의 워핑(Warping)
- [0100] 전술한 방법들에서, 양호한 진동(또는 NVH) 특성을 갖는 일련의 작동 착화 분율들이 식별되고, 착화 분율 결정부(224)는 엔진의 작동 중에 이러한 착화 분율들의 사용을 강조한다. 일련의 작동 착화 분율들은 분석적으로, 실험적으로, 또는 다른 적합한 방법들을 이용하여 획득될 수 있다. 착화-스킵 제어기를 이러한 착화 분율들의

사용에 제한하면, 엔진 진동을 상당히 감소시킬 수 있다. 이러한 방법을 바라보는 하나의 방식은, 요청된 토크들의 범위들이 단일 착화 분율로 맵핑되어, 도 3에 도시된 바와 같이, 요청된 토크와 명령된 착화 분율 간의 계단형 맵핑으로 이어지는 것을 관찰하는 것이다. 다른 방식으로 말하자면, 이러한 방법에서, 명령된 착화 분율은 (도 3에서 요청된 착화 분율들의 범위로서 반영되는) 토크 요청들의 범위에 걸쳐 일정하게 유지된다.

[0101] 도 2와 관련하여 설명된 구현예에서, 착화-스킵 모드로 작동하는 엔진들에 의해 발생된 진동량을 감소시키는 것으로 알려진 소정의 착화 분율값들을 식별하기 위한 하나의 특정한 방법이 개시된다. 본 설명의 편의상, 이러한 점들은 분석적으로, 실험적으로, 또는 하이브리드 기법을 이용하여 결정될 수 있지만, 이들은 CPG 점들로 지칭될 수 있다. 실제로, 관찰된 진동은 CPG 점에 매우 가깝지만 정확히 같지는 않은 착화 분율들의 사용으로 급격하게 상승하지 않을 것이다. 오히려, 관계가 결코 선형이 아니지만, 진동 특성은 임의의 CPG 점들로부터 더 멀리 있는 착화 분율들에 대해 약화되는 경향이 있다. 이러한 특성은, 예컨대, CPG 점 1/3 인근의 착화 분율들에서, 측정된 세로 가속도(특히 현저한 진동 특성)를 도시하는 도 5에 도식적으로 나타낼 수 있다. 이러한 특성은 도 6 및 도 7을 참조하여 설명될 대안적인 조절된 착화 분율 계산기(124(b))에서 사용된다.

[0102] 이러한 구현예에서, 조절된 착화 분율 계산기(124)는, 도 3의 계단형 방법과 어느 정도 유사하지만, 도 6 및 도 7 모두에 도시된 바와 같이, "계단들"의 진행 부분(375)이 약간의 기울기를 갖는 반면(즉, 수평은 아님), "계단들"의 상승 부분들(377)이 훨씬 더 가파른 기울기를 갖도록 설계된다는 점에서 상이한 방식으로, 요청된 착화 분율(또는 요청된 토크)을 명령된 착화 분율로 맵핑하도록 배치된다. 개념상, 이러한 방식으로 요청된 토크(또는 요청된 착화 분율)를 명령된 착화 분율(125)로 맵핑하는 착화 분율 계산기는 여러 흥미로운 특성들을 갖는다.

[0103] 계단의 진행 부분에 약간의 기울기를 추가함으로써, 요청된 토크들의 범위와 연관되는 명령된 착화 분율(125)은 목표 CPG 점 인근에 머물지만 일정하지 않도록 워핑된다. 이러한 방식으로, CPG 점들에 가까운 값들은 또한 양호한 진동 특성을 갖는 경향이 있기 때문에, 진동이 감소한다. 동시에, 특히 요청된 토크/착화 분율이 소량이라도 일정하게 변화되는 경우, 음향 공간이 여기될 가능성이 훨씬 더 낮다. 앞서 지적한 바와 같이, 연구에 따르면, 실제로, 안정 상태 운전 조건에서도, 가속 페달로부터 출력된 신호는 어느 정도 진동하는 경향이 있다. 입력 신호의 이러한 필연적 특성은 음향 공간의 감소를 돕기 위해 사용될 수 있다.

[0104] 계단들의 상승 부분들은 개념상 CPG 단계들 간의 천이를 나타내도록 고려될 수 있다. 추론에 의하면, 이러한 천이 영역들은 덜 바람직한 진동 특성을 갖는 영역들을 일반적으로 반영한다. 이러한 영역에서 맵핑의 기울기는 비교적 가파르며, 이후 CPG 단계들 간의 천이는 비교적 빠르고, 이는 개연적으로는, 요청된 토크가 이러한 천이 영역들 내에 존재할 시간량이 비교적 작다는 것을 의미한다. 착화 제어기(130, 230)가 이러한 천이 영역들 내에서 착화 분율을 출력하도록 지시되는 시간을 최소화함으로써, 바람직하지 않은 진동을 발생시킬 가능성이 실질적으로 감소하며, 양호한 NVH 특성이 얻어질 수 있다.

[0105] 이러한 성질의 맵핑을 생성하기 위해 사용될 수 있는 많은 알고리즘들이 존재한다. 하나의 간단한 방법은 부분-선형(piecewise-linear) 맵핑이다. 이러한 맵핑은: (1) 일련의 바람직한 작동점들(예컨대, CPG 점들); (2) 작동점들 주위에서 맵핑의 기울기를 좌우하는 파라미터; 및 (3) 작동점들 간의 중간점에서 맵핑의 기울기를 좌우하는 파라미터에 의해 쉽게 특징지어질 수 있다. 일련의 작동점들은 임의의 적합한 방법을 이용하여(예컨대, 알고리즘 방식으로, 실험적으로 등) 식별될 수 있다. 전술한 CPG 점들은 이러한 목적으로 특히 잘 기능하며, 후술하는 설명은 CPG 점들을 작동점들로 사용한다는 것을 주목한다. 그러나, CPG 점들의 사용은 반드시 필수조건은 아니라는 것을 이해해야 한다. CPG 점들 주위에서 맵핑의 기울기(S_e)는 계단들의 진행 부분(375)의 기울기에 대응한다. 이러한 기울기(S_e)는 1보다 더 작을 수 있으며, 바람직하게는 1보다 훨씬 더 작다. 예로써, 1/3 미만, 더 바람직하게는 0.1 미만의 기울기가 잘 기능한다. CPG 점들 간의 중간점에서 맵핑의 기울기(S_m)는 단계들의 상승 부분(377)의 기울기에 대응한다. 이러한 기울기(S_m)는 1보다 더 클 것이다(바람직하게는, 예컨대 3 이상, 더 바람직하게는 10 이상과 같이, 1보다 훨씬 더 클 것이다). 도시된 구현예에서, 단계들의 상승 부분은 잘 기능하는 CPG 점들 간의 중간점의 중앙에 놓이지만, 다시금 이는 엄격한 필수조건은 아니다.

[0106] 이러한 일련의 제약들과 함께, 입력 착화 분율로부터 출력 착화 분율로의 맵핑이 완전히 결정된다. 상기 파라미터들이 주어질 때, 언제든지, 출력 착화 분율은 하기 알고리즘을 이용하여 계산될 수 있다.

[0107] 1 단계: 입력 착화 분율 미만의 최대 CPG 점(CPG_{10}) 및 입력 착화 분율 이상의 최소 CPG 점(CPG_{hi})을 발견한다.

[0108] 2 단계: CPG_{10} 와 CPG_{hi} 의 중간점(MP)을 계산한다.

- [0109] 3 단계: 기울기(S_c)를 갖는 CPG_{l_0} 를 통과하는 라인과, 기울기(S_m)를 갖는 MP를 통과하는 라인의 교차점을 결정한다. 이는 낮은 중단점(BP_{l_0})이다.
- [0110] 4 단계: 기울기(S_c)를 갖는 CPG_{h_i} 를 통과하는 라인과, 기울기(S_m)를 갖는 MP를 통과하는 라인의 교차점을 결정한다. 이는 높은 중단점(BP_{h_i})이다.
- [0111] 5 단계: 요청된 착화 분율이 어떤 세그먼트에 놓이는지 판단한다. 3개의 세그먼트들은: a) CPG_{l_0} 와 BP_{l_0} 사이; b) BP_{l_0} 와 BP_{h_i} 사이; 및 c) BP_{h_i} 와 CPG_{h_i} 사이에 존재한다.
- [0112] 6단계: (선형 방정식으로 나타낸) 해당 라인을 사용하여 출력 착화 분율을 계산한다.
- [0113] 온더플라이 방식으로 라인 세그먼트들을 계산하는 구현예에서, 1~5 단계들은 착화 분율이 하나의 세그먼트로부터 다른 세그먼트로 이동할 때, 또는 입력 파라미터들(예컨대, 일련의 유효 CPG 점들) 중 하나가 변화될 때에만 계산되면 된다. 그러므로, 각각의 착화 기회에서 마지막 단계만이 계산될 필요가 있다. 물론, 처음 다섯 단계들의 결과는 또한 계산을 더욱더 간략화하기 위해 룩업 테이블의 형태로 쉽게 구현될 수 있다. CPG 점들 간의 라인 세그먼트(들)의 형상은 이러한 방법을 이용하여 쉽게 맞춤화될 수 있고, 세그먼트들은 인접한 CPG 점들 간의 중간점 외의 하나 이상의 중간점을 이용하여 쉽게 정의될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0114] 착화 분율의 이러한 전술한 워핑은 콤팩트하며 계산이 용이하다. 이는 단일 착화 분율이 장기간 동안 사용될 때 발생할 가능성이 높은 음향 공진 생성의 가능성을 감소시키는 이점이 있다. 입력 착화 분율 대 출력 착화 분율 맵의 성질로 인해, 엔진은 낮은 진동 영역들에서 우선적으로 작동할 수 있다. 이러한 두 목표(즉, 음향 공진을 피하려는 욕구 대 진동상 양호한 점에 있으려는 선호도) 간의 절충은 작은 일련의 파라미터들을 이용하여 이루어질 수 있다.
- [0115] 전술한 부분 선형 맵핑이 잘 기능하지만, 그 대신에 다양한 다른 맵핑이 쉽게 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예컨대, CPG 및 중간점들에서 기울기 및 값들에 부합되도록 3차 다항식을 이용하는 기법들이 쉽게 사용될 수 있으며, 잘 기능하는 경향이 있다. 게다가, 도시된 구현예에서, 단일 함수가 CPG 점들 간에 맵핑되는 천이를 정의하기 위해 사용된다. 그러나, 이는 필수조건은 아니다. 대안적인 구현예들에서, 상이한 함수들이 인접한 CPG 점 쌍들 간의 천이를 맵핑하기 위해 사용될 수 있고/있거나, 상이한 기울기들이 상이한 개별 세그먼트들을 위해 사용될 수 있다. 예컨대, CPG 점 1/2 주위에서 기울기는 0일 수 있는 반면, 인접한 세그먼트들은 양의 기울기를 가질 수 있다. 이는, 착화 분율이 1/2(또는 종래의 가변 용량 작동 상태들과 공연장되는(coextensive) 다른 착화 분율들)에 가까울 때, 엔진이 종래의 가변 용량 엔진과 보다 유사한 방식으로 작동하게 하기 위해 바람직할 수 있다. 대안적으로, CPG 점 1/2을 통과하는 기울기는 매우 크거나 무한할 수 있어서, CPG 레벨에서의 작동을 효과적으로 배제한다.
- [0116] 기타 특징들
- [0117] 전술한 착화 분율 관리 기법들은, (질량 공기 충전과 같은) 적합한 엔진 작동 파라미터들을 수정함으로써 착화 분율의 변화를 보상하는 한편, 더 낮은 진동 특성을 갖는 착화 분율들의 사용을 조장하기 위해 엔진 작동 특성의 지식을 이용한다. 최종 제어기들은 일반적으로 비교적 구현하기 쉬우며, 종래의 착화-스킵 엔진 제어에 비해 NVH 문제를 상당히 감소시킬 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현예들만이 상세히 설명되었지만, 본 발명은 그 정신 또는 범위를 벗어남 없이 다른 많은 형태들로 구현될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0118] 특히, 필터들(270, 274), 삽입기(272), 프리-필터(261), 착화 분율 계산기(또는 다른 구성요소) 내의 계산들에서 사용되는 다양한 입력 신호들에 대한 히스테리시스의 사용, 엔진 속도 또는 크랭크 각도 등에 기반하는 클럭의 사용과 같은 다수의 특징들이 특정한 구현예들의 맥락에서 설명되었다. 이러한 특징들은 소정의 구현예들의 맥락에서 구체적으로 논의되었지만, 개념은 본질적으로 더 일반적이며, 이러한 구성요소들 및 관련 기능들은 전술한 및/또는 청구된 착화-스킵 착화 제어부들 내에 유리하게 통합될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0119] 제어기로 하여금, 대부분의 착화-스킵 제어기들에 의해 고려되는 상당히 작은 집합들(또는 종래의 가변 용량 엔진들에서 허용되는 굉장히 제한된 선택의 용량들)과 대조적으로, 상당히 넓은 범위의 착화 분율들을 사용하게 하는 것은, 이러한 종래의 설계들에서 가능한 것보다 더 양호한 연비의 달성을 용이하게 한다. 능동 착화 분율 관리 및 다양한 전술한 기법들은 NVH 문제의 완화를 돕는다. 동시에, 요청된 토크는, 원하는 엔진 출력을 전달하기 위해 (매니폴드 압력 및 그에 따른 MAC의 제어를 돕는) 스로틀 설정과 같은 적절한 엔진 설정을 적절하게 조절함으로써, 전달된다. 최종 조합들은 다양한 경제적 착화-스킵 엔진 제어기들의 설계를 용이하게 한다.

- [0120] 많은 구현예들에서, 다수의 유효 착화 분율들이 엔진 속도의 함수로 변경될 수 있다는 것을 앞서 주목하였다. 고정된 차단(cutoff)이 없지만, 1000 RPM 이상의 엔진 속도로 작동하는 8기통 엔진이 적어도 23개의 유효 착화 분율들을 갖는 것과, 1500 RPM보다 더 높은 엔진 속도로 작동하는 동일한 엔진이 다수의 유효 착화 분율 상태들의 2배 이상을 갖는 것이, 착화 분율 상태들의 개수에 대해 일반적이다. 예로써, 도 8은 도 2의 구현예에서 MPCFO의 증가에 따른 잠재적 유효 착화 분율들의 개수의 증가를 도식적으로 도시한다. 고정된 차단 주파수에 대해, MPCFO는 엔진 속도와 선형으로 스케일링된다. 도 9는 고정된 8 Hz 차단 주파수를 갖는 8기통 4행정 엔진을 위한 잠재적 유효 착화 분율들의 증가를 나타낸다. 도 9에 도시된 바와 같이, 잠재적 유효 착화 분율들의 개수는 엔진 속도에 따라 선형보다 많이 증가하며, 이는 양호한 연비 및 착화 분율들 간의 더 원활한 전이를 용이하게 한다.
- [0121] 전술한 구현예들 중 일부는 조절된 착화 분율의 결정에 대한 알고리즘 또는 로직 기반 방법들을 논의한다. 전술한 기능은 알고리즘 방식으로, 룩업 테이블을 이용하여, 이산 로직으로, 프로그램 가능한 로직으로, 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 쉽게 달성될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0122] 착화-스킵 관리가 설명되었지만, 실제 구현에 있어서, 착화-스킵 제어는 다른 유형의 엔진 제어를 제외하고 사용될 필요는 없다는 것을 이해해야 한다. 예컨대, 엔진의 출력이 착화 분율과 대조적으로 스토틀 위치에 의해 주로 변조되는 종래의 (전체 실린더 착화) 모드로 엔진을 작동시키는 것이 바람직한 작동 조건이 종종 존재할 것이다. 추가적으로 또는 대안적으로, 명령된 착화 분율이 표준 가변 용량 모드(즉, 고정된 일련의 실린더들만이 항상 착화됨)에서 유효한 작동 상태와 공연장될 때, 이러한 착화 분율들에서 종래의 가변 용량 엔진 작동을 모방하기 위해, 특정한 기지정된 일련의 실린더들만을 작동시키는 것이 바람직할 수 있다.
- [0123] 본 발명은 자동차에서 사용하기에 적합한 4행정 피스톤 엔진의 착화 제어의 맥락에서 주로 설명되었다. 그러나, 전술한 연속 가변 용량 방법들은 다양한 내연기관들에서 사용하기에 매우 적합하다는 것을 이해해야 한다. 이들은, 자가용, 트럭, 보트, 항공기, 오토바이, 스쿠터 등을 포함하는 사실상 모든 유형의 운송수단; 발전기, 잔디 깎는 기계, 낙엽 청소기, 모형 등과 같은 비운송 응용들; 및 내연기관을 사용하는 사실상 다른 모든 응용을 위한 엔진들을 포함한다. 다양한 전술한 방법들은, 사실상 모든 유형의 2행정 피스톤 엔진, 디젤 엔진, 오토 사이클 엔진, 듀얼 사이클 엔진, 밀러 사이클 엔진, 앳킨스 사이클 엔진, 방켈 사이클 엔진, 및 다른 유형의 회전 엔진, (듀얼 오토 및 디젤 엔진과 같은) 혼합 사이클 엔진, 하이브리드 엔진, 레이디얼 엔진 등을 포함하는 다양한 열역학 사이클들 하에서 작동하는 엔진들과 함께 작동한다. 또한, 전술한 방법들은, 새로 개발된 내연기관들이 현재 알려진 열역학 사이클 또는 이후 개발된 열역학 사이클을 이용하여 작동하는지 여부와 무관하게, 이러한 내연기관들과 잘 기능할 것으로 여겨진다.
- [0124] 본원에 포함된 특허들 및 특허출원들의 일례들 중 일부는 착화된 작동 챔버들이 실질적으로 최적의 조건(열역학 또는 다른 조건) 하에서 착화되는 최적화된 착화-스킵 방법을 고려한다. 예컨대, 각각의 실린더 착화를 위해 작동 챔버들에 도입되는 질량 공기 충전은 엔진의 현재 작동 상태(예컨대, 엔진 속도, 환경 조건 등)에서 실질적으로 가장 높은 열역학 효율을 제공하는 질량 공기 충전으로 설정될 수 있다. 전술한 제어 방법은 이러한 유형의 최적화된 착화-스킵 엔진 작동과 함께 사용될 때 매우 잘 기능한다. 그러나, 이는 결코 필수조건이 아니다. 오히려, 전술한 제어 방법은 작동 챔버들이 착화되는 조건과 무관하게 매우 잘 기능한다.
- [0125] 참조된 특허들 및 특허 출원들 중 일부에서 설명된 바와 같이, 전술한 착화 제어부는 별개의 착화 제어 코프로세서로서 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 엔진 제어부 내에 구현될 수 있다. 많은 응용들에서, 종래의(즉, 전체 실린더 착화) 엔진 작동에 대한 추가 작동 모드로서 착화-스킵 제어를 제공하는 것이 바람직할 것이다. 이는 조건이 착화-스킵 작동에 적합하지 않을 때 엔진이 종래의 방식으로 작동하게 한다. 예컨대, 종래의 작동은 엔진 시동, 낮은 엔진 속도 등과 같은 소정의 엔진 상태에서 바람직할 수 있다.
- [0126] 일부 구현예들에서, 전체 실린더들이 착화 분율을 관리할 때 사용하기에 유효한 것으로 가정된다. 그러나, 이는 필수조건이 아니다. 특정한 응용을 위해 필요한 경우, 착화 제어부는 요구된 용량이 일부 지정된 임계값 미만일 때 일부 지정된 실린더(들)를 항상 스킵하도록 쉽게 설계될 수 있다. 또 다른 구현예들에서, 전술한 작동 사이클 스킵 방법들은, 종래의 가변 용량 엔진들이 일부 실린더 차단 모드로 작동하는 동안, 이들에 적용될 수 있다.
- [0127] 전술한 착화-스킵 제어는, 회박 연소 기법, 연료 분사 프로파일링 기법, 터보차징, 수퍼차징 등을 포함하는 다양한 연비 및/또는 성능 개선 기법들과 쉽게 사용될 수 있다. 전술한 착화 제어기 구현예들 중 대부분은 시그마 델타 컨버전을 이용한다. 시그마 델타 컨버터들이 이러한 응용에서 사용되기에 매우 적합한 것으로 여겨지지만, 컨버터들은 다양한 변조 스킵들을 채용할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예컨대, 펄스폭 변조, 펄스높이 변조,

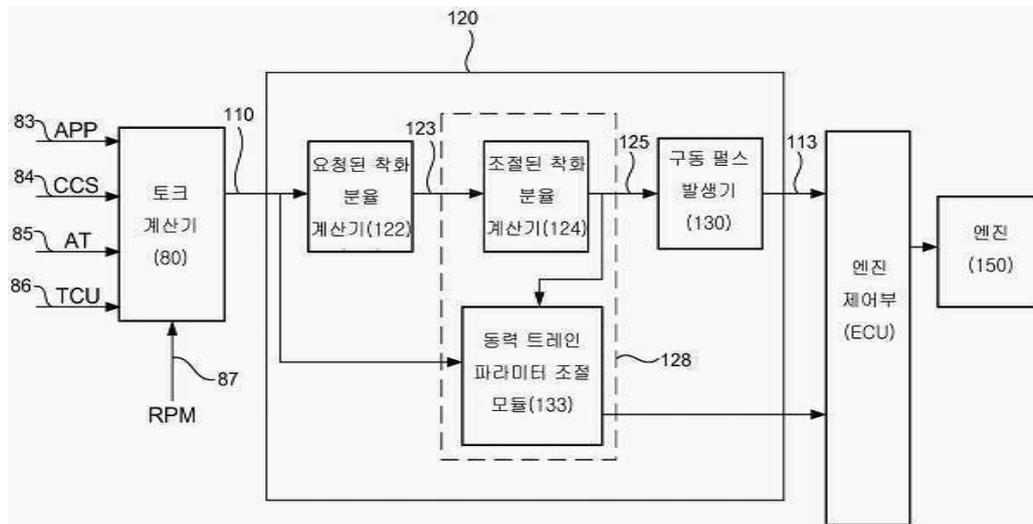
CDMA 지향 변조, 또는 다른 변조 스킴들이 명령된 착화 분율을 전달하기 위해 사용될 수 있다. 전술한 구현예들 중 일부는 일차 컨버터를 사용한다. 그러나, 다른 구현예들에서, 더 높은 차수의 컨버터가 사용될 수 있다.

[0128] 대부분의 종래의 가변 용량 피스톤 엔진들은, 미사용 실린더들을 통해 공기를 펌핑하는 부정적 효과를 최소화하려는 시도로, 전체 작동 사이클에 걸쳐 밸브들을 폐쇄 상태로 유지함으로써 미사용 실린더들을 비활성화하도록 배치된다. 전술한 구현예들은 유사한 방식으로 스킵된 실린더들을 비활성화 또는 차단하는 능력을 갖는 엔진들에서 잘 기능한다. 이러한 방법이 잘 기능하지만, 피스톤은 여전히 실린더 내에서 왕복운동한다. 실린더 내의 피스톤의 왕복운동은 마찰 손실을 유도하며, 실제로 실린더 내의 압축된 기체들 중 일부는 통상적으로 피스톤 링을 지나 빠져나가고, 그로 인해 약간의 펌핑 손실을 또한 유도할 것이다. 피스톤 왕복운동으로 인한 마찰 손실은 피스톤 엔진에서 비교적 높으므로, 전체 연비의 상당한 추가적 개선은 이론상으로는 스킵된 작동 사이클들 동안 피스톤을 해제함으로써 이루어질 수 있다. 수년 간, 피스톤이 왕복운동하지 않도록 해제함으로써 가변 용량 엔진에서 마찰 손실의 감소를 시도한 몇몇 엔진 설계들이 있었다. 본 발명자들은 이러한 설계들이 상업적 성공을 달성하였다는 것을 듣지 못했다. 그러나, 이러한 엔진들의 제한된 시장이 엔진 제조의 개발을 방해한 것으로 추정된다. 전술한 착화-스킵 및 가변 용량 제어 방법들을 포함하는 엔진들에 잠재적으로 유효한, 피스톤 해제와 관련된 연비 이득들이 상당하기 때문에, 이는 피스톤 해제 엔진의 개발을 상업적으로 실행 가능하게 만들 것이다.

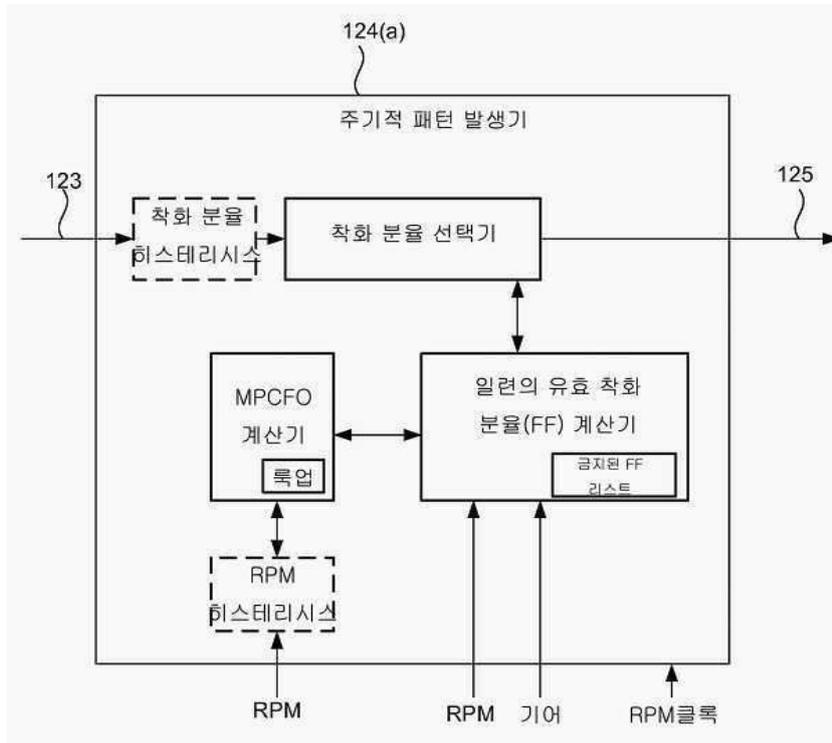
[0129] 전술한 내용에 비추어볼 때, 본 구현예들은 제한적이 아니라 예시적인 것으로 고려되어야 하며, 본 발명은 본원에 제공된 상세들에 제한되는 것이 아니라, 첨부된 청구항들의 범위 내에서 수정될 수 있다는 것이 명확해야 한다.

도면

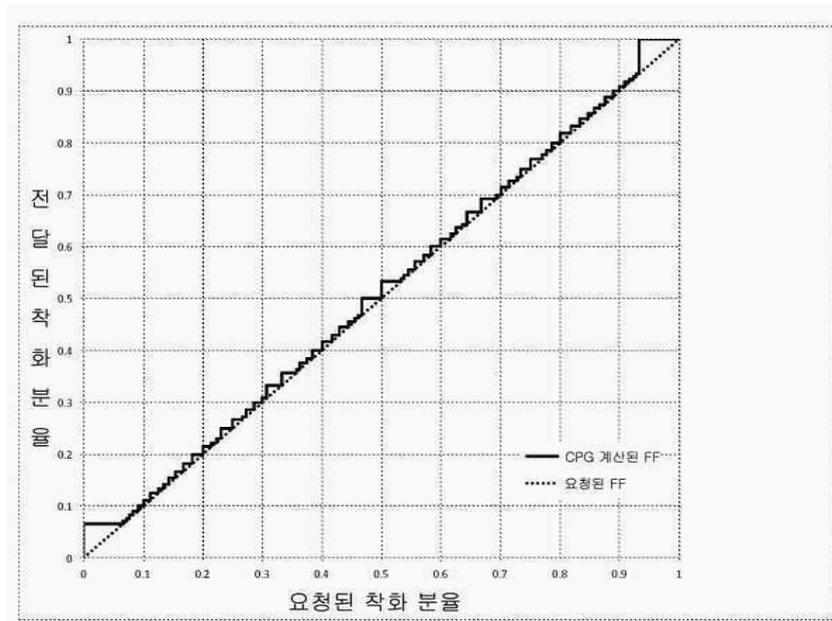
도면1



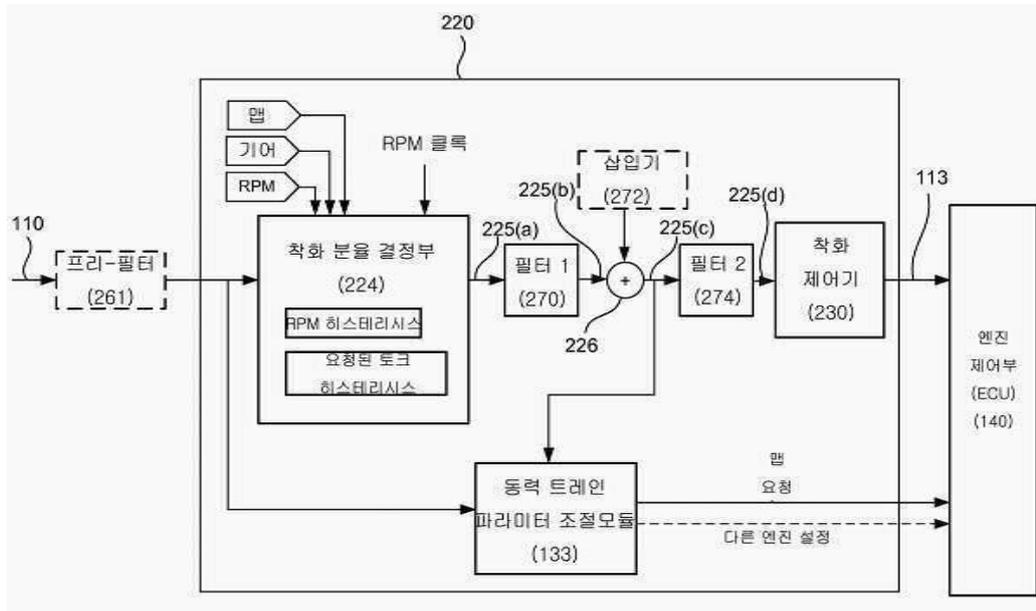
도면2



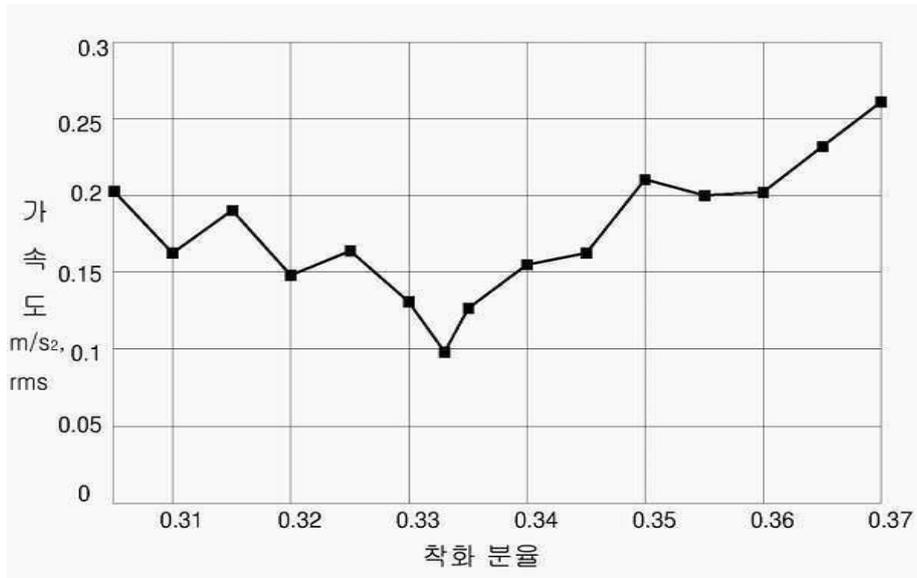
도면3



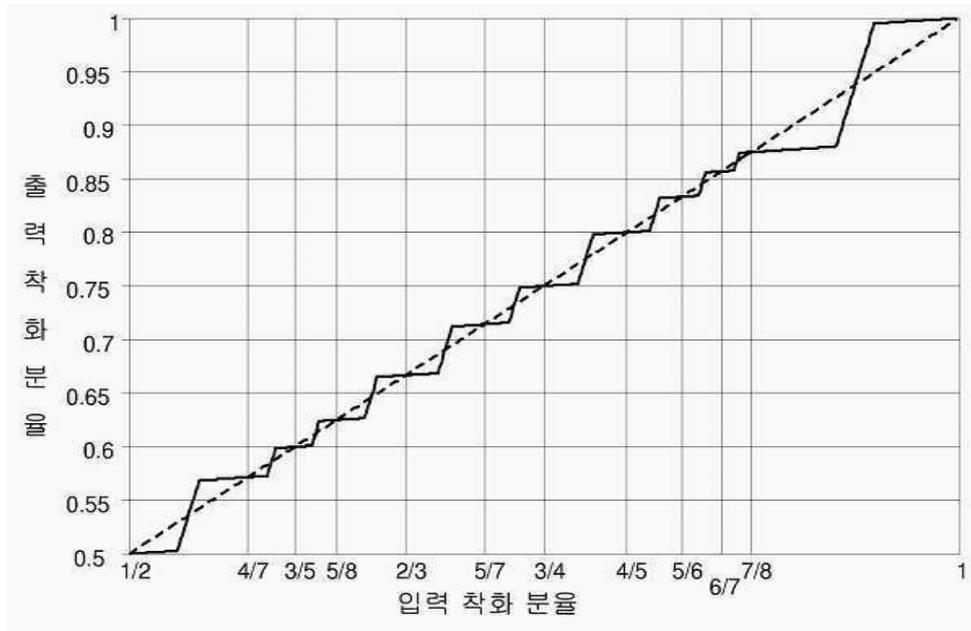
도면4



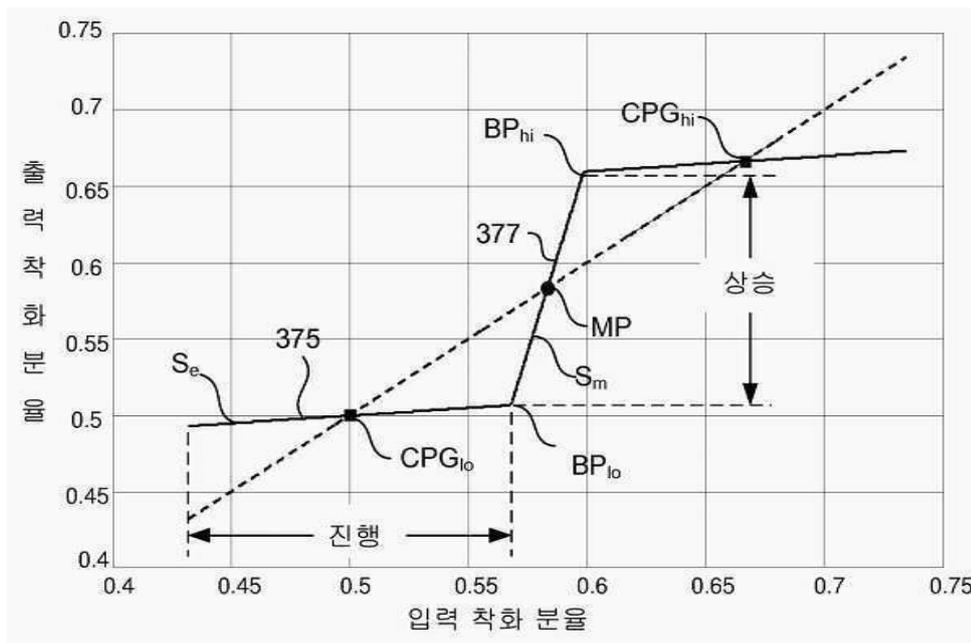
도면5



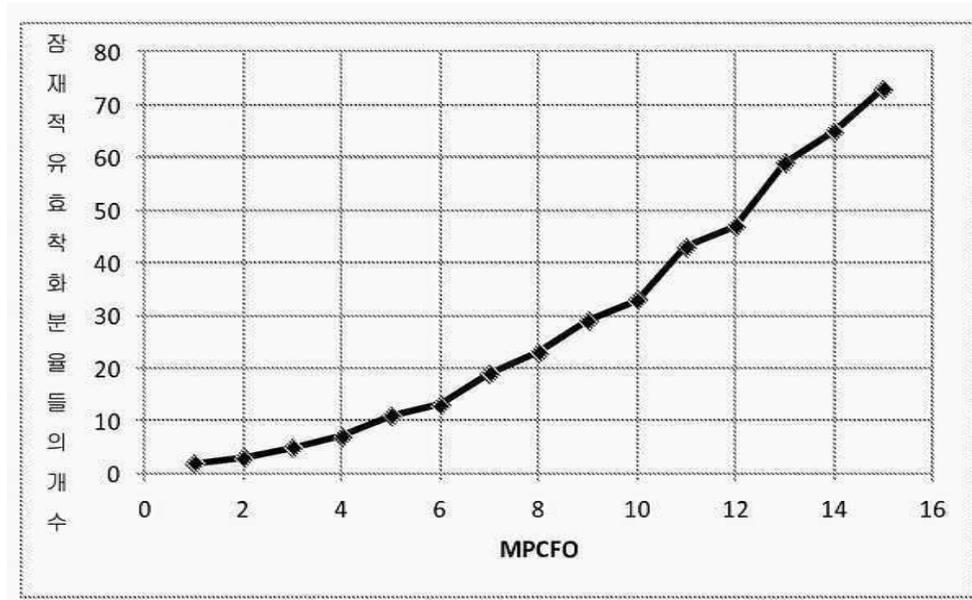
도면6



도면7



도면8



도면9

