



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0018393
(43) 공개일자 2017년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 13/02 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)
F02D 41/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F02D 13/0215 (2013.01)
F02D 13/0234 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7000584
(22) 출원일자(국제) 2015년06월10일
심사청구일자 2017년01월10일

(85) 번역문제출일자 2017년01월09일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/062914
(87) 국제공개번호 WO 2015/189256
국제공개일자 2015년12월17일

(30) 우선권주장
10 2014 211 160.9 2014년06월11일 독일(DE)

(71) 출원인
폭스바겐 악티엔 게젤샤프트
독일 38440 볼프스부르크 베를리네르 링 2

(72) 발명자
클라인한스 레네
독일 29399 바렌홀츠 암 펠데 30
클리 슈테판
독일 38102 브라운슈바이크 파자넨슈트라쎄 8
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
양영준, 안국찬

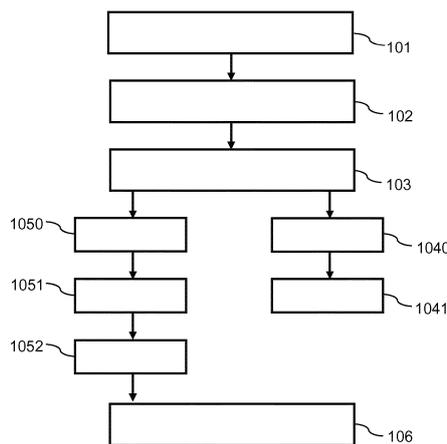
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행을 위한 방법 및 그 제어 유닛, 그리고 상기 제어 유닛을 장착한 내연기관**

(57) 요약

본 발명은 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 방법(20)에 관한 것이며, 실린더는 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고, 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 역추에이터가 제공되며, 밸브는 내연기관의 토크가 동일한 조건에서 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점(SE, SA)에서 폐쇄된다. 상기 방법은, 토크 변경 요구를 검출하는 검출 단계(102)와; 토크 변경 요구에 따라서 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값을 결정하는 결정 단계(103)와; 작동 주기 중의 가변 시점(vSE, vSA)이 가스 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점(SE, SA)에 상대적으로 변위되는 조건에서, 토크 변경 요구의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점(vSE, vSA)을 결정하는 결정 단계(1050)를; 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F02D 13/0249 (2013.01)
F02D 13/0253 (2013.01)
F02D 13/0269 (2013.01)
F02D 13/0276 (2013.01)
F02D 41/0007 (2013.01)
F02D 41/107 (2013.01)
F02D 2041/002 (2013.01)
F02D 2200/0406 (2013.01)
F02D 2250/18 (2013.01)

(72) 발명자

가르본 마이코

독일 38116 브라운슈바익 람머 부쉬 27

벡크만 로베르트

독일 38102 브라운슈바익 마리엔슈트라쎄 15

명세서

청구범위

청구항 1

내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 방법(10)으로서, 실린더는 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고, 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공되고, 밸브는 내연기관의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점(SE, SA)에서 폐쇄되는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법에 있어서, 상기 방법은,

토크 변경 요구를 검출하는 검출 단계(102)와;

토크 변경 요구에 따라서 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값을 결정하는 결정 단계(103)와;

토크 변경 요구의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점(vSE, vSA)을 결정하는 단계(1050)로서, 이때 작동 주기 중의 가변 시점(vSE, vSA)은 가스 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점(SE, SA)에 상대적으로 변위되는, 가변 시점 결정 단계(1050)를;

포함하는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 가스 압력과 관련한 설정 값은 특성 맵들에 의해 결정되는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 액추에이터는, 토크 변경 요구의 결과로서, 가스 라인 섹션 내에서 토크 변경 요구에 따라서 결정되는 가스 압력의 설정 값이 설정되도록 제어되는(1041), 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 고정 시점(SE, SA)은 충전량 검출 모델을 기반으로 결정되는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 밸브는 토크 변경 요구의 결과로서, 하나 또는 복수의 작동 주기 동안, 결정된 가변 시점(vSE, vSA)에서 폐쇄되거나, 밸브는 토크 변경 요구의 결과로서 토크 변경 요구 후 제1 작동 주기 중에, 결정된 가변 시점(vSE, vSA)에서 폐쇄되고, 바로 후행하는 작동 주기들 중에는 가변 시점(vSE, vSA)과 고정 시점(SE, SA) 사이에 위치하는 매칭된 시점들에서 폐쇄되는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 밸브는, 토크 변경 요구의 결과로서, 가스 압력과 관련한 실제 값이 가스 압력과 관련한 설정 값에 도달할 때까지, 결정된 가변 시점(vSE, vSA)에서, 또는 가변 시점(vSE, vSA)과 고정 시점(SE, SA) 사이의 간격이면서 가변 시점(vSE, vSA)을 포함하는 간격에 위치하는 매칭된 시점들에서 폐쇄되며(1052), 그리고 그 다음에는 고정 시점에서 폐쇄되는(106), 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

밸브는 흡기 밸브이고,

가스 라인 섹션은, 흡기 밸브를 통해 실린더와 연결되어 있는 흡기관이며,

가스 라인 섹션 내의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터는, 흡기관 내에 배치되어 흡기관 내의 흡기관 압력을 설정하기 위한 스로틀 밸브인, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

밸브는 배기 밸브이고,

가스 라인 섹션은, 배기 밸브를 통해 실린더와 연결되어 있는 배기 포트 섹션이며,

가스 라인 섹션 내의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터는, 배기 포트 섹션 내에 배치되어 배기 포트 섹션 내의 배기가스 배압을 설정하기 위한 배기가스 터보차저인, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 실린더는 추가로 흡기 밸브를 통해 흡기관과 연결되고, 이 흡기관 내에는 흡기관 압력을 설정하기 위한 스로틀 밸브가 제공되고, 흡기 밸브는 내연기관의 토크가 일정하게 유지되면 작동 주기 중의 흡기 밸브 관련 고정 시점(SE)에서 폐쇄되며, 방법은 추가 단계들, 즉

토크 변경 요구에 따라서 흡기관 내의 흡기관 압력과 관련한 설정 값을 결정하는 결정 단계와,

토크 변경 요구의 결과로서 흡기 밸브를 폐쇄하기 위한 흡기 밸브 관련 가변 시점(vSE)을 결정하는 단계로서, 이때 흡기 밸브 관련 가변 시점(vSE)은 작동 주기 중에 흡기관 압력의 설정 값에 따라서 흡기 밸브 관련 고정 시점(SE)에 상대적으로 변위되는, 가변 시점 결정 단계를

포함하는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 10

제7항 또는 제9항에 있어서, 토크 변경 요구는 엔진 토크의 증가를 위한 요구를 포함하며, 작동 주기 중에 흡기 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점(vSE)은 고정 시점(SE)보다 더 늦은, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 11

제7항, 제9항 또는 제10항에 있어서, 작동 주기의 흡입 단계 중의 고정 시점(SE)은 실린더의 최대 체적에 도달하기 이전에 위치하는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 내연기관은 가스 교환을 조절하기 위한 추가 작동 수단들을 포함하고, 추가 작동 수단들은, 작동 수단의 위치와 관련한 설정 값이 토크 변경 요구에 따라서 결정됨으로써 제어되는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행 방법.

청구항 13

내연기관(2)의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한, 특히 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따르는 방법(10)을 실행하기 위한 제어 장치(20)로서, 실린더는 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고, 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공되며, 밸브는 내연기관(2)의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관(2)의 작동 주기 중의 고정 시점(SE, SA)에서 폐쇄되는, 제어 장치에 있어서, 상기 제어 장치는,

토크 변경 요구(300)를 수신하기 위한 인터페이스(201)와,

프로세서 모듈(202)을 포함하며, 상기 프로세서 모듈은,

토크 변경 요구(300)에 따라서 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값(301)을 결정하기 위한, 그리고 토크 변경 요구(300)의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점(vSE, vSA)을 결정하기 위한, 프로세서 모듈이

며, 이때 작동 주기 중의 가변 시점(vSE, vSA)은 가스 압력의 설정 값(301)에 따라서 고정 시점(SE, SA)에 상대적으로 변위되는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행을 위한 제어 장치(20).

청구항 14

제13항에 있어서, 제어 장치는, 토크 변경 요구(300)에 따르는 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값들(SE, SA), 및/또는 가스 압력의 설정 값(301)에 따르는 가변 시점(vSE, vSA)의 결정을 위한 정보들이 저장되어 있는 메모리를 추가로 포함하는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환의 실행을 위한 제어 장치(20).

청구항 15

제13항 또는 제14항에 따르는 제어 장치(20)와, 가스 라인 섹션 내의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 그 내에 제공되어 있는 가스 라인 섹션과 밸브를 통해 연결되는 실린더를 포함하는 내연기관(2)으로서,

상기 밸브는, 제어 유닛에 의해, 밸브가 내연기관(2)의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관(2)의 작동 주기 중의 고정 시점(SE, SA)에서 폐쇄되도록, 그리고 작동 주기 중의 가변 시점(vSE, vSA)이 흡기관 압력의 설정 값(301)에 따라서 고정 시점(SE, SA)에 상대적으로 변위되는 조건에서, 밸브가 토크 변경 요구(300)의 결과로서 가변 시점(vSE, vSA)에서 폐쇄되도록 제어될 수 있는, 내연기관.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 방법 및 그 제어 유닛에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 상기 제어 유닛을 장착한 내연기관, 그리고 상기 내연기관을 탑재한 자동차에도 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 내연기관의 경우, 각각의 연소 과정에 따라서 가스 교환이 수행된다. 이런 가스 교환이 실행되는 유형 및 방식은 내연기관의 연료 소비량 및 유해물질 방출량에 현저하게 영향을 미친다. 그러므로 실린더 충전량이 특정한 비율의 신선 공기, 잔여 배기가스 및 피지 공기를 함유하도록 가스 교환을 형성할 필요가 있다.

[0003] 4행정 엔진의 경우, 통상 4개의 과정 단계인 흡입, 압축, 연소 및 배기가 실행된다. 종래의 오토 엔진(Otto engine)의 경우, 흡기 밸브는 흡입 시 피스톤이 상사점에 도달하기 직전에 개방되며, 배기 밸브는 개방된 상태로 유지된다. 상사점을 통과한 후에 배기 밸브는 폐쇄된다. 흡기 밸브는, 피스톤이 하사점에 도달한 후에 비로소, 다시 폐쇄된다. 밀러 원리(Miller principle)를 기반으로 하는 연소 엔진은, 흡기 밸브가 오토 엔진에 비해 매우 이른 시점에서 폐쇄됨으로써 실린더 내의 공기량이 감소된다는 점에서, 오토 엔진과 구분된다. 흡기 밸브가 이미 하사점에 도달하기 전에 폐쇄되는 것을 통해, 압축 압력이 증가되지 않으면서 팽창 체적이 증가되며, 그럼으로써 연료는 절약되고 실린더 내의 온도는 오토 엔진에서보다 더 낮다.

[0004] 실린더 충전량의 신선 공기, 잔여 배기가스 및 피지 공기의 비율들을 제어하기 위해, 다양한 가능성들이 존재한다. 이렇게 예를 들면, 흡기관 내의 스로틀 밸브를 조정하여 흡기관 압력이 변경되게 함으로써 실린더의 충전량을 적합한 방식으로 제어하는 것은 공지되어 있다. 그러나 흡기관의 큰 체적을 기반으로, 압력 변화량은 단지 지연되어서만 설정되며, 그럼으로써 스로틀 밸브를 통한 충전량 제어는 느려지게 된다. 그 대안으로, 실린더 충전량이 밸브 구동 장치를 통해 제어되는 다양한 접근법들도 있다. 그러나 상기 충전량 제어는, 흡기관 내, 그리고 매니폴드 내의 압력비율을 정확하게 알고 있는 것을 전제로 한다. 이는, 실린더 충전량에 무시할 수 없는 정도로 영향을 미치는, 배기 포트 내 또는 매니폴드 내의 배기가스 배압과 관련하여 즉시 가능하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 과제는, 앞에서 언급한 단점들을 적어도 부분적으로 극복하는, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 방법 및 그 제어 유닛, 그리고 상기 제어 유닛을 장착한 내연기관을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기 과제는, 청구항 제1항에 따르는 본 발명에 따른 방법, 청구항 제13항에 따르는 본 발명에 따른 제어 유닛, 및 청구항 제15항에 따르는 내연기관을 통해 해결된다.
- [0007] 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 방법이며, 실린더는 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고, 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공되고, 밸브는 내연기관의 토크가 동일한 조건에서 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점에서 폐쇄되는 것인, 상기 방법의 한 실시예는 하기 단계들을 포함한다:
- [0008] 토크 변경 요구를 검출하는 검출 단계;
- [0009] 토크 변경 요구에 따라서 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값을 결정하는 결정 단계; 및
- [0010] 토크 변경 요구의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점을 결정하는 단계로서, 이때 상기 가변 시점은 작동 주기 중 가스 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점에 상대적으로 변위되는, 가변 시점 결정 단계.
- [0011] 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한, 특히 언급한 방법을 실행하기 위한 제어 유닛이며, 실린더는 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고, 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공되고, 밸브는 내연기관의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점에서 폐쇄되는 것인 상기 제어 유닛의 한 실시예는 하기 부품들, 즉
- [0012] 토크 변경 요구를 수신하기 위한 인터페이스; 및
- [0013] 프로세서 모듈을 포함하며, 상기 프로세서 모듈은 토크 변경 요구에 따라서 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값을 결정하기 위한, 그리고
- [0014] 토크 변경 요구의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점을 결정하기 위한 프로세서 모듈이며, 이때 상기 가변 시점은 작동 주기 중 가스 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점에 상대적으로 변위된다.
- [0015] 본 발명의 추가의 바람직한 구현예들은 종속 청구항들 및 본 발명의 바람직한 실시예들의 하기 기재내용에서 제시된다.
- [0016] 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 본 발명에 따른 방법은, 실린더가 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공되는 내연기관의 구성을 기반으로 한다. 밸브는, 이 밸브가 내연기관의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점에서 폐쇄되도록 제어된다. 본 발명에 따른 방법에 따라서 맨 먼저 토크 변경 요구가 검출된다. 토크 변경 요구의 검출 후에, 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력과 관련한 설정 값은 토크 변경 요구에 따라서 결정된다. 본 발명에 따른 방법의 후행 단계에 따라서, 토크 변경 요구의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점이 결정된다. 이 경우, 작동 주기 중의 가변 시점은 가스 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점에 상대적으로 변위된다.
- [0017] 고정 시점은, 내연기관이 일종의 평형 상태에 있을 때, 다시 말해 내연기관의 토크와, 내연기관 내의 압력 및 온도와 같은 상태 변수들이 실질적으로 일정하게 유지될 때 밸브가 폐쇄되는 내연기관의 작동 주기 중의 시점이다.
- [0018] 다수의 실시예에서, 밸브는 흡기 밸브일 수 있고 가스 압력은 흡기관 압력일 수 있다. 이때, 고정 시점은, 내연기관의 피스톤이 실린더 체적이 여전히 최대가 아닌 위치, 다시 말하면 피스톤이 하사점에 아직 도달하지 않은 위치에 있을 때의 시점일 수 있다. 달리 말하면, 고정 시점은, 밀러 방법의 실행 시 토크 변경 요구가 존재하지 않는다면 흡기 밸브가 폐쇄될 때의 시점일 수 있다.
- [0019] 다수의 실시예에서, 밸브는 배기 밸브일 수 있고 가스 압력은 배기가스 배압일 수 있다. 이때, 고정 시점은, 내연기관의 피스톤이 실린더 체적이 최소이거나 바로 더 이상 최소가 아닌 위치, 다시 말하면 피스톤이 상사점에 있거나 상사점을 바로 통과한 위치에 있을 때의 시점일 수 있다.
- [0020] 다수의 실시예에서, 고정 시점은 충전량 검출 모델을 기반으로 결정될 수 있다. 충전량 검출 모델의 생성을 위해, 검사대에서 측정된 측정값들, 및/또는 내연기관의 하나 또는 복수의 상태 변수와 관련한 시뮬레이션 값들이 고려될 수 있다. 상태 변수들의 값들, 예컨대 압력비율에 따라서, 고정 시점은 상이하게 선택될 수 있다. 이런 실시예들에서, 토크 변경 요구가 있을 시 스위칭 시점은 예컨대 마지막으로 결정된 고정 시점에 상대적으로 변위될 수 있다.

- [0021] 토크 변경 요구는 예컨대 요구되는 설정 토크를 포함할 수 있다.
- [0022] 토크 변경 요구는 예컨대 제어 유닛의 명령일 수 있다. 상기 명령은 예컨대 비트를 설정하는 것을 통해 출력될 수 있고 비트를 판독하는 것을 통해 검출될 수 있다. 자동차의 경우, 토크 변경 요구는 예컨대 엔진 토크의 증가를 위한 엔진 제어 유닛(ECU)의 명령일 수 있으며, 이런 명령은 가속 페달의 작동의 결과로서 엔진 제어 유닛으로부터 송출된다.
- [0023] 또한, 작동 주기 중의 가변 시점의 변위 정도는 가스 압력의 실제 값에 따라서 추가로 결정될 수 있다. 그러므로 작동 주기 중의 가변 시점은 그 외에 가스 압력의 실제 값에 따라서 고정 시점에 상대적으로 결정될 수 있다. 예컨대 작동 주기 중의 가변 시점은 흡기관 압력의 제어 차이에 따라서 결정될 수 있으며, 제어 차이는 흡기관 압력의 설정 값과 실제 값 간의 차이이다. 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력과 관련한 설정 값은 예컨대 하나 또는 복수의 특성 맵에 의해 결정될 수 있다. 다수의 실시예에서, 특성 맵들은 사전에 검사대에서의 측정치들을 기반으로, 그리고/또는 내연기관에서의 검사 측정치들을 기반으로, 그리고/또는 계산들 또는 시뮬레이션들을 이용한 시뮬레이션들을 기반으로 생성될 수 있으며, 그럼으로써 가스 압력과 관련한 설정 값은 특성 맵 또는 특성 맵들에서 판독될 수 있다.
- [0024] 다수의 또 다른 실시예에서, 하나 또는 복수의 특성 맵에 의해, 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력과 관계가 있는 상태 변수에 대한 설정 값이 결정될 수 있고, 상기 상태 변수의 설정 값을 기반으로 가스 압력에 대한 설정 값이 계산될 수 있다. 그 대안으로, 특성 맵들 대신, 토크 변경 요구의 검출 후에, 가스 압력의 설정 값, 또는 가스 압력과 관계가 있는 상태 변수의 설정 값의 시뮬레이션 또는 또 다른 계산이 실행될 수 있다. 가스 압력과 관계가 있는 상태 변수에 대해서는 하기에서 훨씬 더 정확하게 다루어진다.
- [0025] 가스 압력을 기반으로, 예컨대 액추에이터의 위치 및 밸브의 폐쇄 시점의 작용을 고려하는 충전량 검출 모델에 의해, 또는 시스템 모델에 의해 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점이 결정될 수 있다.
- [0026] 또한, 가스 교환을 실행하기 위한 본원의 방법은, 액추에이터가 토크 변경 요구의 결과로서 가스 라인 섹션 내에서 토크 변경 요구에 따라서 결정되는 가스 압력의 설정 값이 설정되도록 제어되는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 액추에이터는 유동 밸브, 예컨대 스로틀 밸브일 수 있다. 유동 밸브는, 가스 라인 섹션 내의 유동 횡단면이 증가되거나 감소되도록 조정될 수 있다. 그 결과, 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력이 조절될 수 있다. 다수의 예시에서, 가스 라인 섹션 내의 가스 압력은, 유동 횡단면이 증가되어 감소되고, 유동 횡단면이 감소되어 증가된다. 그 대안으로, 액추에이터는 가스 터빈과 압축기로 이루어진 조합체, 예컨대 터보차저일 수 있다. 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 제어할 수 있도록 하기 위해, 압축기의 유동 베인들이 그에 상응하게 조정될 수 있다.
- [0027] 예컨대 단지 수 회의 엔진 주기 동안만 지속되는 매우 짧은 토크 변경 요구의 경우, 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력의 설정은 배제될 수 있고, 이에 대해서는 단지 밸브의 폐쇄 시점의 변위에 의해서만 반응이 수행될 수 있다. 이런 제어를 통해, 목표하는 실린더 충전은 매우 신속하게 수행될 수 있다.
- [0028] 밸브는 토크 변경 요구의 결과로서, 하나 또는 복수의 작동 주기 또는 엔진 주기 동안, 결정된 가변 시점에서 폐쇄될 수 있다. 밸브의 폐쇄는 예컨대 완전 개방된 상태에서 완전 폐쇄된 상태로의 스위칭일 수 있다. 또한, 다수의 실시예에서, 토크 변경 요구의 결과로서, 액추에이터는, 가스 압력의 실제 값이 가스 압력의 설정 값에 근사되도록 조정된다. 밸브는, 실제 값이 가스 압력의 설정 값에 도달할 때까지, 다시 말해 그만큼의 작동 주기 또는 엔진 주기에 걸쳐서 결정된 가변 시점에서 폐쇄될 수 있다. 가변 시점에서 밸브를 폐쇄하는 것을 통해, 가스 압력의 설정 시 지연은 보상될 수 있다.
- [0029] 다수의 실시예에서, 밸브는 토크 변경 요구의 결과로서 토크 변경 요구 후 제1 엔진 주기 중에 특정한 가변 시점에서, 그리고 바로 후행하는 엔진 주기를 중에는 가변 시점과 고정 시점 사이에 위치하는 매칭된 시점들에서 폐쇄될 수 있다. 제1 엔진 주기에 후행하는 엔진 주기를 동안 밸브의 폐쇄 시점들은 예컨대 조금씩 고정 시점에 근사될 수 있다. 폐쇄 시점의 변위와 동시에 액추에이터가 제어될 수 있기 때문에, 가스 압력과 관련한 실제 값이 가스 압력과 관련한 설정 값에 상응할 때까지 밸브는 고정 시점과 가변 시점 사이에 있는 시점에서 폐쇄될 수 있다. 이어서 밸브는 다시 고정 시점에서 폐쇄될 수 있다.
- [0030] 다수의 실시예에서, 밸브는 흡기 밸브일 수 있고, 가스 라인 섹션은 흡기 밸브를 통해 실린더와 연결되는 흡기 관일 수 있으며, 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터는 흡기관 내에 배치되어 흡기관 내에서의 흡기관 압력을 설정하기 위한 스로틀 밸브일 수 있다. 이는, 토크 변경 요구의 결과로서 흡기관 압력에 대한 설정 값이 결정되고 이런 설정 값을 기반으로 흡기 밸브가 폐쇄되는 시점이 결정된다는 것을 의미

한다.

- [0031] 토크 변경 요구는 예컨대 내연기관의 토크를 증가시키는 요구일 수 있다. 토크 변경 요구는 예컨대 상응하는 설정 토크를 포함할 수 있다. 이런 경우에, 흡기관 압력과 관련한 설정 값은 흡기관 압력의 실제 값보다 더 높을 수 있는데, 그 이유는 내연기관의 토크의 증가를 위해 실린더 내에서의 신선 공기 질량이 증가되어야만 하기 때문이다. 그에 상응하게, 가변 시점은 시간상 고정 시점 이후에 위치할 수 있다. 그 대안으로, 토크 변경 요구는 토크를 감소시키기 위한 요구 역시도 포함할 수 있다. 이런 경우에, 흡기관 압력과 관련한 설정 값은 흡기관 압력의 실제 값보다 더 낮을 수 있는데, 그 이유는 실린더 내에서의 신선 공기의 양이 감소되어야 하기 때문이다. 그에 상응하게, 가변 시점은 시간상 고정 시점 이전에 위치할 수 있다. 가변 시점이 토크의 증가의 요구 시 선택되는 방법에 대한 예시는 계속하여 하기에서 상세하게 기재된다.
- [0032] 다수의 또 다른 실시예에서, 밸브는 배기 밸브일 수 있고, 가스 라인 섹션은 배기 밸브를 통해 실린더와 연결되는 배기 포트 섹션일 수 있으며, 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터는 배기 포트 섹션 내에 배치되어 배기 포트 섹션 내에서의 배기가스 배압을 설정하기 위한 배기가스 터보차저일 수 있다. 이는, 토크 변경 요구의 결과로서 배기가스 배압에 대한 설정 값이 결정되고 이 설정 값을 기반으로 배기 밸브가 폐쇄되는 시점이 결정된다는 것을 의미한다.
- [0033] 토크 변경 요구는 토크를 증가시키기 위한 요구를 포함할 수 있다. 토크 변경 요구는 예컨대 상응하는 설정 토크를 포함할 수 있다. 이런 경우에, 배기가스 배압과 관련한 설정 값은 실제 값보다 더 낮을 수 있는데, 그 이유는 실린더 내의 신선 공기 질량이 내연기관의 토크의 증가를 위해 증가되어야만 하고 그에 따라 실린더 내의 잔여 배기가스 비율은 감소되어야 하기 때문이다. 그에 상응하게, 배기 밸브는, 시간상 고정 시점 이전에 위치하는 가변 시점에서 폐쇄될 수 있다. 그 대안으로, 토크 변경 요구는 토크를 감소시키기 위한 요구 역시도 포함할 수 있다. 이런 경우에, 배기가스 배압과 관련한 설정 값은 배기가스 배압의 실제 값보다 더 높을 수 있는데, 그 이유는 실린더 내의 잔여 배기가스의 양이 증가되어야 하기 때문이다. 그에 상응하게, 배기 밸브는 시간상 고정 시점 후에 폐쇄될 수 있다. 토크의 증가의 요구 시 가변 시점이 선택되는 방법에 대한 예시는 계속하여 하기에서 상세하게 기재된다.
- [0034] 다수의 실시예에서, 내연기관은 각각 하나의 밸브 및 하나의 액추에이터를 구비한 2개의 가스 라인 섹션을 포함할 수 있다. 상기 내연기관의 경우, 밸브들 중 하나 또는 두 밸브 모두는 본 발명에 따른 방법에 따라서 폐쇄될 수 있다.
- [0035] 예컨대 실린더는, 흡기 밸브를 통해, 흡기관 압력을 설정하기 위한 스로틀 밸브가 그 내에 제공되는 흡기관과 연결될 수 있고, 배기 밸브를 통해서, 배기가스 배압을 설정하기 위한 터보차저가 그 내에 제공되는 배기 포트와 연결될 수 있다. 흡기 밸브는 내연기관의 토크가 일정하게 유지되면, 또는 엔진 토크가 일정하게 유지되면, 작동 주기 중 또는 엔진 주기 중의 흡기 밸브 관련 고정 시점에서 폐쇄될 수 있고, 배기 밸브는 엔진 토크가 일정하게 유지되면 엔진 주기 중의 배기 밸브 관련 고정 시점에서 폐쇄될 수 있다. 토크 변경 요구가 검출되면, 그 즉시 흡기관 내의 흡기관 압력과 관련한 설정 값은 토크 변경 요구에 따라서 결정될 수 있고, 배기가스 포트 내의 배기가스 배압과 관련한 설정 값도 토크 변경 요구에 따라서 결정될 수 있다. 그 다음, 흡기 밸브를 폐쇄하기 위한 흡기 밸브 관련 가변 시점은 토크 변경 요구의 결과로서 결정될 수 있고, 배기 밸브를 폐쇄하기 위한 배기 밸브 관련 가변 시점도 토크 변경 요구의 결과로서 결정될 수 있다. 엔진 주기 중의 흡기 밸브 관련 가변 시점은 흡기관 압력의 설정 값에 따라서 흡기 밸브 관련 고정 시점에 상대적으로 변위될 수 있다. 엔진 주기 중의 배기 밸브 관련 가변 시점은 배기가스 배압의 설정 값에 따라서 배기 밸브 관련 고정 시점에 상대적으로 변위될 수 있다.
- [0036] 각각 하나의 밸브 및 하나의 액추에이터를 구비한 2개의 가스 라인 섹션을 포함하는 내연기관들의 경우, 밸브들 중 단지 일측의 밸브만이 본 발명에 따른 방법에 따라서 폐쇄된다면, 타측 밸브는 사전에 검사대에서의 측정치들에 의해, 그리고/또는 시뮬레이션들에 의해 작성된 특성 맵들에 의해 제어될 수 있다. 상기 제어는 계속하여 하기에서 재차 상세하게 기재된다.
- [0037] 앞에서 이미 언급한 것처럼, 토크 변경 요구는 엔진 토크의 증가를 위한 요구를 포함할 수 있다. 상기 토크 변경 요구의 결과로서, 흡기 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점은 작동 주기 중에 고정 시점보다 더 늦을 수 있다. 엔진 주기의 흡입 단계 중의 고정 시점은 실린더의 최대 체적에 도달하기 이전에 위치할 수 있다. 이는 하기에서 한 예시에 따라서 설명된다.
- [0038] 내연기관의 작동 주기 중에, 흡입 과정은 예컨대 실린더 체적이 최소일 때, 또는 피스톤이 상사점에 도달할 때

시작될 수 있으며, 그리고 실린더 체적이 최대일 때, 또는 피스톤이 하사점에 도달할 때 종료될 수 있다. 내연 기관이 밀러 방법으로 작동된다면, 흡입 과정은 이미 최대 실린더 체적보다 더 작은 실린더 체적의 조건에서 흡기 밸브를 폐쇄하는 것을 통해 종료될 수 있으며, 그럼으로써 연료 소비량 및 온도와 관련한 장점들이 달성된다. 상기 폐쇄 시점은 고정 시점일 수 있다. 한편, 토크 변경 요구가 검출된다면(여기서는 토크 증가를 위한 요구), 밸브는 시간상 고정 시점 이후에 위치하는 가변 시점에서 폐쇄될 수 있다. 가변 시점은 예컨대 실린더 체적이 최대일 때, 또는 고정 시점에서의 실린더 체적보다 더 클 때의 시점일 수 있다. 고정 시점보다 더 늦은 가변 시점 쪽으로 흡기 밸브의 폐쇄 시점을 변위시키는 것을 통해, 실린더 체적은 흡입 과정의 종료 시 흡기관 압력이 실질적으로 동일한 조건에서 더 많은 신선 공기가 실린더 내로 유입될 수 있도록 증가될 수 있다. 토크 증가의 요구의 결과로서 스로틀 밸브 역시도 조정될 수 있기 때문에, 지연되면서 흡기관 내의 흡기관 압력과 관련한 설정 값이 설정될 수 있다. 다수의 실시예에서, 흡기 밸브는 흡기관 압력의 설정 값에 도달할 때까지 가변 시점에서, 또는 고정 시점과 가변 시점 사이의 한 시점에서 폐쇄될 수 있다. 그에 따라, 토크 변경 요구에 대해 매우 신속한 반응을 수행할 수 있으며, 이와 동시에 저연료식 밸브 제어의 메커니즘들이 유지될 수 있다.

[0039] 앞에서 흡기 밸브와 관련하여 설명한 것과 유사하게, 엔진 토크의 증가를 위한 요구의 결과로서, 배기 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점은 엔진 주기 중에 고정 시점보다 더 이룰 수 있다. 엔진 주기의 흡입 단계 중에 배기 밸브를 폐쇄하기 위한 고정 시점은 실린더의 최소 체적에 도달한 후에 위치할 수 있으며, 다시 말하면 흡입의 시작을 정의하는 상사점이 이미 초과되었을 때일 수 있다. 이제, 내연기관의 토크를 증가시키기 위한 요구의 결과로서, 배기가스 배압에 대한 설정 값이 결정될 수 있다. 이런 경우에, 배기가스 배압과 관련한 설정 값은 실제 값보다 더 낮을 수 있는데, 그 이유는 실린더 내의 잔여 배기가스 비율이 내연기관의 토크의 증가를 위해 감소되어야 하기 때문이다. 고정 시점보다 더 이른 가변 시점 쪽으로 배기 밸브의 폐쇄 시점을 변위시키는 것을 통해, 예컨대 흡입 동안 더 적은 잔여 배기가스가 실린더 내로 흡입될 수 있으며, 그럼으로써 신선 공기를 위한 더 많은 공간이 남게 된다. 토크 증가의 요구의 결과로서 터보차저 역시도 조정될 수 있기 때문에, 지연되면서 배기가스 포트 내, 또는 매니폴드 내의 배기가스 배압과 관련한 설정 값이 설정될 수 있다. 다수의 실시예에서, 배기 밸브는 배기가스 배압의 설정 값에 도달할 때까지 가변 시점에서, 또는 고정 시점과 가변 시점 사이의 한 시점에서 폐쇄될 수 있다. 그에 따라, 토크 변경 요구에 대해 매우 신속한 반응을 수행할 수 있으며, 이와 동시에 저연료식 밸브 제어의 메커니즘들이 고려될 수 있다.

[0040] 내연기관은 가스 교환을 조절하기 위한 추가 작동 수단들, 예컨대 외부 배기가스 재순환부의 밸브를 포함할 수 있다. 상기 추가 작동 수단들, 액추에이터들, 예컨대 스로틀 밸브 및/또는 터보차저, 및/또는 본 발명에 따른 방법에 따라서 스위칭되지 않는 밸브는, 작동 수단, 액추에이터들 및/또는 밸브의 위치와 관련한 설정 값이 토크 변경 요구에 따라서 결정됨으로써 제어될 수 있다. 각각의 설정 값은 예컨대 하나 또는 복수의 특성 맵에 의해 결정될 수 있다. 다수의 실시예에서, 특성 맵들은 사전에 검사대에서의 측정치들을 기반으로, 그리고/또는 내연기관에서의 검사 측정치들을 기반으로, 그리고/또는 계산들 또는 시뮬레이션들을 이용한 시뮬레이션들을 기반으로 생성된 것일 수 있으며, 그럼으로써 가스 압력과 관련한 설정 값은 특성 맵 또는 특성 맵들에서 판독될 수 있다. 다수의 또 다른 실시예에서, 하나 또는 복수의 특성 맵에 의해, 작동 수단, 액추에이터 또는 밸브의 위치와 관계가 있는 상태 변수에 대한 설정 값이 결정될 수 있고, 상기 상태 변수의 설정 값을 기반으로 작동 수단, 액추에이터 또는 밸브의 위치가 계산될 수 있다. 그 대안으로, 특성 맵들 대신, 토크 요구의 검출 후에, 작동 수단, 액추에이터 또는 밸브의 위치, 또는 작동 수단, 액추에이터 또는 밸브의 위치와 관계가 있는 상태 변수의 설정 값의 시뮬레이션 또는 또 다른 계산이 실행될 수 있다.

[0041] 상태 변수는 예컨대 상대적 신선 공기량, 내부에서 재순환되는 잔여 배기가스의 양, 외부에서 재순환되는 잔여 배기가스의 양, 충전 효율(charging efficiency), 액추에이터를 통한 압력 허용도(pressure allowance), 또는 소기율(scavenging ratio)일 수 있다. 신선 공기로서 간주되는 공기는 실린더 내로 유입되는 공기이다. 신선 공기는, 자체의 조성이 대기 중 공기와 동일한 가스 혼합기일 수 있거나, 또는 가스-연료 혼합기일 수 있다. 이와 달리, 잔여 배기가스는 연소 과정 후에 실린더에서 배기되는 저산소 가스 혼합기이다. 충전 효율은, 최대 실린더 체적 내에서 최대로 수용될 수 있는 신선 공기 질량과 공기 질량으로 이루어진 비율로서 정의된다. 소기는, 배출과 흡입 간의 전이 간격에서 흡기 밸브 및 배기 밸브 양자 모두 개방되어 있는 과정을 의미한다.

[0042] 또한, 본 발명은, 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 제어 장치에도 관한 것이다. 예컨대 제어 장치는 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 앞에서 기재한 방법을 실행하도록 형성될 수 있다. 제어 장치는, 실린더가 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되고 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공되어 있는 내연기관의 구성을 기반으로 한다. 제어 장치는,

내연기관의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점에서 밸브를 폐쇄하도록 형성된다. 제어 장치는 토크 변경 요구를 수신하기 위한 인터페이스와, 프로세서 모듈을 포함한다. 프로세서 모듈은, 토크 변경 요구에 따라서 가스 라인 섹션 내의 가스 압력과 관련한 설정 값을 결정하도록, 그리고 작동 주기 중의 가변 시점이 흡기관 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점에 상대적으로 변위되는 조건에서, 토크 변경 요구의 결과로서 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점을 결정하도록 형성된다.

[0043] 인터페이스는 하드웨어 인터페이스일 수 있다. 인터페이스는, 제어 장치를 ECU와, 또는 직접 또는 간접적으로는 가속 페달과 연결하여, 제어 장치로 데이터 전송, 다시 말해 토크 변경 요구, 예컨대 설정 토크를 포함하는 명령의 전송을 가능하게 하도록 형성될 수 있다. 프로세서 모듈은, 마이크로프로세서와 같은 전자 부품들을 포함할 수 있다. 프로세서 모듈은, 가스 압력의 설정 값을 결정하기 위한 설정 값 결정 모듈과, 가스 압력 및 토크 변경 요구에 따라서 가변 시점을 결정하기 위한 시점 결정 모듈을 포함할 수 있다.

[0044] 또한, 제어 장치는, 토크 변경 요구에 따르는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력과 관련한 설정 값들, 및/또는 가스 압력에 따르는 가변 시점의 결정을 위한 정보들이 그 내에 저장되어 있는 메모리를 포함할 수 있다. 메모리는 데이터 메모리일 수 있다.

[0045] 또한, 제어 장치는, 방법과 관련하여 기재한 특징들을 개별적으로, 또는 임의로 조합하여 실행하도록 형성될 수 있다.

[0046] 또한, 본 발명은 앞에서 기재한 것과 같은 제어 장치 및 실린더를 장착한 내연기관에도 관한 것이다. 실린더는 밸브를 통해 가스 라인 섹션과 연결되며, 이 가스 라인 섹션 내에는 가스 라인 섹션 내에서의 가스 압력을 설정하기 위한 액추에이터가 제공된다. 밸브는, 제어 장치에 의해, 밸브가 내연기관의 토크가 일정하게 유지되면 내연기관의 작동 주기 중의 고정 시점에서 폐쇄되도록, 그리고 작동 주기 중의 가변 시점이 가스 압력의 설정 값에 따라서 고정 시점에 상대적으로 변위되는 조건에서, 밸브가 토크 변경 요구의 결과로서 가변 시점에서 폐쇄되도록 제어될 수 있다.

[0047] 내연기관은, 스로틀 밸브가 그 내에 제공되어 있는 흡기관과 실린더를 연결하는 흡기 밸브와, 터보차저가 그 내에 제공되어 있는 배기 포트와 실린더를 연결하는 배기 밸브를 포함할 수 있다. 내연기관은, 흡기 밸브 및/또는 배기 밸브가 토크 요구의 결과로서 흡기 밸브 관련 가변 시점에서, 그리고 배기 밸브 관련 가변 시점에서 각각 폐쇄될 수 있도록 형성된다.

[0048] 또한, 다수의 실시예는 앞에서 기재한 것과 같은 내연기관을 탑재한 자동차에도 관한 것이다.

[0049] 이제 본 발명의 실시예들은 예시로서, 그리고 첨부한 도면들과 관련하여 기재된다.

도면의 간단한 설명

- [0050] 도 1은 본 발명에 따른 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.
- 도 2는 제어 장치를 개략적으로 도시한 구성도이다.
- 도 3은 토크 증가를 위한 요구 시 폐쇄 시점들의 변위를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 다수의 작동 주기에 걸쳐서 흡기 밸브의 폐쇄 시점의 변위 및 흡기관 압력의 시간 곡선을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 제어 장치의 구성에 대한 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 6은 제어 장치의 구성에 대한 추가 실시예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 본 발명에 따라서 내연기관의 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 방법(10)의 일 실시예는 도 1에 개략적으로 도시되어 있다.

[0052] 이를 위해, 내연기관은, 흡기관 압력을 설정하기 위한 스로틀 밸브가 그 내에 제공되어 있는 흡기관과 흡기 밸브를 통해 연결되는 실린더를 포함한다.

[0053] 내연기관의 토크가 일정한 기간에 해당하는 제어 과정(101)의 진행 중에, 흡기 밸브는 작동 주기 중의 고정 시점에서 폐쇄된다. 고정 시점은, 이 시점에서 실린더 체적이 최대 가능한 실린더 체적보다 더 적도록 정의된

다. 내연기관의 작동 주기는 계속하여 하기에서 도 3과 관련하여 상세하게 기재된다.

- [0054] 본 예시에서 가속 페달을 밟는 것을 통해 활성화되는 엔진 토크의 증가를 위한 요구가 발생한다면, 상기 토크 변경 요구는 단계 102에서 검출된다. 후행 단계 103에서는, 흡기관 내의 흡기관 압력과 관련한 설정 값이 토크 변경 요구에 따라서 결정된다. 이를 위해, 엔진 토크에 따르는 흡기관 압력을 표현하는 사전에 저장된 특성 맵들에 접근이 이루어지며, 그럼으로써 흡기관 압력의 설정 값이 판독될 수 있다. 흡기관 압력의 설정 값은 토크 변경 요구의 시점에 우세하게 존재하는 흡기관 압력보다 더 크다.
- [0055] 흡기관 압력의 설정 값에 의해, 단계 104에서, 스로틀 밸브의 설정 위치가 결정된다. 그 다음, 스로틀 밸브는 스로틀 밸브 위치의 결정된 설정 값에 상응하게 조정된다(단계 1041).
- [0056] 단계 1040과 동시에, 단계 1050에서, 토크 변경 요구의 결과로서 흡기 밸브를 폐쇄하기 위한 가변 시점은 흡기관 압력의 설정 값에 따라서 결정된다. 흡기관 압력의 설정 값에 따라서 엔진 주기 중의 결정된 가변 시점은, 도 3과 관련하여 계속하여 하기에서 설명되는 것처럼, 고정 시점에 상대적으로 뒤쪽으로 변위된다.
- [0057] 그 다음, 흡기 밸브는 수 회의 엔진 주기 동안 가변 시점에서 폐쇄된다(단계 1051). 흡기관 압력의 실제 값이 흡기관 압력의 설정 값에 상응하면, 그 즉시 흡기 밸브는 다시 고정 시점에서 폐쇄된다(단계 1052). 그 다음, 과정 101과 비슷하면서 흡기 밸브가 고정 시점에서 폐쇄되는 연속적인 제어 과정(106)으로 전이된다.
- [0058] 도 2에는, 실린더 내에서 가스 교환을 실행하기 위한 내연기관(2)이 개략적으로 도시되어 있다. 내연기관(2)은 도 1의 방법(10)의 실행을 위해 설명한 내연기관처럼 구성된다. 내연기관(2)은 제어 장치(20)를 추가로 포함한다. 제어 장치(20)는, ECU와 연결될 수 있는 인터페이스(201)를 포함한다. ECU는, 예컨대 가속 페달을 밟는 것을 통해 생성되는 토크 변경 요구와 관련한 데이터, 예컨대 설정 토크를 처리하여 제어 장치(20)로 전송하도록 형성된다.
- [0059] 또한, 제어 장치(20)는 프로세서 모듈(202)을 추가로 포함하며, 이 프로세서 모듈은 설정 값 결정 모듈(2020)과 시점 결정 모듈(2021)을 포함한다. 프로세서 모듈(202)은, 인터페이스(201)를 통해 공급되는 토크 변경 요구(300)에 접근할 수 있도록 하기 위해, 인터페이스(201)와 연결된다. 제어 장치(20)는, 설정 값 결정 유닛(2020)을 통해 결정된 설정 값(301)을 작동 모듈(21)로 시그널링 할 수 있도록 하기 위해, 스로틀 밸브의 위치를 조정하기 위한 작동 모듈(21)과 연결된다. 설정 값 결정 모듈(2020) 및 시점 결정 모듈(2021)은, 시점 결정 모듈(2021)이, 흡기관 압력의 설정 값(301)으로부터 가변 시점(302)을 결정하기 위해, 상기 설정 값을 수신받도록 서로 연결된다. 또한, 제어 장치(20)는, 가변 시점(302)을 전송할 수 있도록 하고 토크 변경 요구(300) 후 엔진 주기들 중에 가변 시점(302)에서 스위칭 모듈(22)을 폐쇄하기 위해, 흡기 밸브를 스위칭하기 위한 스위칭 모듈(22)과 추가로 연결된다.
- [0060] 도 3에는, 흡입 동안 흡기 밸브의 개방 및 폐쇄 시점과 배기 밸브의 폐쇄 시점을 나타내는, 내연기관의 작동 주기의 한 부분의 그래프가 도시되어 있다. 여기서는 상사점(OT) 및 하사점(UT)이 예시되어 있는 부채꼴이 도시되어 있다. 상사점(OT)에서, 내연기관의 피스톤은, 실린더 체적이 최소인 위치에 위치된다. 하사점(UT)에서는, 피스톤은, 실린더 체적이 최대가 되도록 실린더 내의 위치에 위치된다.
- [0061] 원의 우측 반부(half)를 따르는 상사점(OT)과 하사점(UT) 사이에서는 흡입이 수행된다. 도 3에서 상사점(OT)의 좌측에 도시된 것처럼, 내연기관의 흡기 밸브는 개방 시점(θ_{OE})에서 개방되며, 그럼으로써 실린더 내로 유입되는 신선 공기를 통해 실린더 내에 잔존하는 잔여 배기가스는 실린더로부터 밀어내어질 수 있게 된다. 배기 밸브의 폐쇄 시점(SA)은 상사점(OT)에 도달한 직후에 위치한다. 내연기관은 밀러 방법에 따라서 작동하기 때문에, 흡기 밸브의 폐쇄 시점(SE)은 하사점(UT)에 도달하기 전에, 다시 말하면 부채꼴의 제2 사분원의 중심부에 위치한다. 흡기 밸브의 폐쇄 시점(SE)은 평형 상태에서, 다시 말하면 토크 변경 요구가 존재하지 않고 상태 변수들은 일정할 때, 고정 폐쇄 시점이다. 토크를 증가시키는 토크 변경 요구가 검출되면, 그 즉시 흡기 밸브는 상대적으로 더 늦은 시점에서, 즉 가변 시점(vSE)에서 폐쇄된다. 흡기 밸브의 가변 폐쇄 시점(vSE)은 도 3에서 하사점(UT) 직전에 도시되어 있다. 그러나 가변 폐쇄 시점(vSE)과 고정 폐쇄 시점(SE) 간의 변위가 더 작을 수도 있거나, 또는 토크 변경 요구 후에 엔진 주기의 개수가 증가함에 따라 감소할 수 있다. 작동 주기의 개수가 증가함에 따라, 또는 시간이 흐름에 따라 가변 시점의 변위(ϕ) 및 흡기관 압력(P_s)의 가능한 의존성은 도 4에 예시되어 있다.
- [0062] 도 4에는, 토크 변경 요구가 검출되는 시점(T1)에서 고정 폐쇄 시점에 상대적으로 가변 폐쇄 시점의 변위(ϕ)가 갑자기 증가하는 것이 도시되어 있다. 이와 반대로, 흡기관 압력(P_s)은 느리게만 증가하는데, 그 이유는 잠시

동안 흡기관 압력의 설정 값이 설정될 때까지 지속되기 때문이다. 시간이 흐름에 따라, 가변 폐쇄 시점의 변위 (ϕ)는 감소되고, 그에 반해 흡기관 압력은 계속하여 상승한다.

- [0063] 그에 따라, 흡기관 압력의 설정을 통한 경우보다, 고정 폐쇄 시점(SE)에서 가변 폐쇄 시점(vSE) 쪽으로 흡기 밸브의 폐쇄 시점을 변위시키는 것을 통해 토크 변경 요구에 대해 더 신속한 반응을 수행할 수 있다. 포트 내의 흡기관 압력이 매칭되기 때문에, 균일한 주행 동안, 밀러 방법의 장점들이 활용될 수 있는 것이 변함없이 달성될 수 있다.
- [0064] 배기 밸브의 폐쇄 시점(SA)은 평형 상태에서, 다시 말하면 토크 변경 요구가 존재하지 않을 때, 고정 시점일 수 있다. 그러나 토크의 증가를 위한 토크 변경 요구가 존재한다면, 배기 밸브는, 너무 많은 잔여 배기가스가 실린더 내로 역류하는 것을 방지하기 위해, 상대적으로 더 이른 시점에서, 즉 가변 폐쇄 시점(vSA)에서 폐쇄될 수 있다. 배기 밸브의 가변 폐쇄 시점(vSA)은, 도 3에 식별 표시된 것처럼, 상사점(OT)과 배기 밸브의 고정 폐쇄 시점(SA) 사이에 위치한다. 또한, 배기 밸브의 가변 폐쇄 시점(vSA)과 배기 밸브의 고정 폐쇄 시점(SA) 간의 변위는 더 작을 수 있거나, 또는 토크 변경 요구 후에 엔진 주기의 개수가 증가함에 따라 감소할 수 있다. 작동 주기의 개수가 증가함에 따라, 또는 시간(t)이 흐름에 따라 가변 시점(vSA)의 변위의 특성곡선 및 배기가스 배압의 특성곡선은 도 4에서의 변위(ϕ) 및 흡기관 압력(P_s)과 유사하게 진행될 수 있다. 그에 따라, 토크 변경 요구에 대해 신속한 반응을 수행할 수 있다.
- [0065] 도 2와 관련해서는, 단지 내연기관의 흡기 밸브의 제어만을 기재하였다. 이제, 도 5에는, 충전량을 조절하는 일련의 작동 부재들의 제어에 관여하는, 내연기관(4)을 위한 추가 실시예가 도시되어 있다.
- [0066] 내연기관(4)은 제어 장치를 포함한다. 제어 장치는 인터페이스(미도시)를 포함하며, 이 인터페이스를 통해 현재 회전수(500) 및 설정 토크(501), 즉 토크 변경 요구에 접근이 이루어진다. 이를 위해, 인터페이스는 예컨대 ECU와 연결되어 있을 수 있다.
- [0067] 또한, 제어 장치는, 설정 값 결정 모듈(41)을 구비한 프로세서 모듈을 추가로 포함한다. 설정 값 결정 모듈(41)은, 공기 질량, 차징 효율, 스로틀 밸브를 통한 압력 허용도, 내부 배기가스 재순환부의 잔여 배기가스 함량, 및 외부 배기가스 재순환부의 잔여 배기가스 함량에 대한 특성 맵들을 포함하는 메모리를 포함한다. 설정 값 결정 모듈(41)은, 인터페이스를 통해 수신되는 메모리에서의 특성 맵들과 현재 회전수(500) 및 설정 토크(501)를 이용하여, 설정 공기 질량(502), 설정 차징 효율(503), 설정 압력 허용도(504), 내부 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량(505) 및 외부 잔여 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량(506)을 결정하여 출력하도록 형성된다.
- [0068] 설정 공기 질량(502) 및 설정 차징 효율(503)은, 설정 값 결정 모듈(41)로부터 흡기관 압력 결정 장치(42)로 전송되며, 그럼으로써 흡기관 압력 결정 장치는 설정 흡기관 압력(507)을 계산한다. 설정 흡기관 압력(507)은 흡기관 압력 제어기(43)로 전송되며, 그 다음 흡기관 압력 제어기는 실린더 내의 스로틀 밸브(400)를 적합한 위치로 이동시킨다(도면부호 508).
- [0069] 흡기관 압력(507)은 추가로 설정 과급 압력 결정 모듈(44)로 전송된다. 또한, 설정 과급 압력 결정 모듈(44)은, 설정 압력 허용도(504)를 수신하기 위해, 설정 값 결정 모듈(41)과 추가로 연결된다. 설정 과급 압력 결정 모듈(44)은 설정 과급 압력(509)을 계산하여 과급 압력 제어기(45)로 전송하도록 형성된다. 과급 압력 제어기(45)는 배기 포트 내의 터보차저(401)를 제어하도록 형성된다(도면부호 510).
- [0070] 또한, 내연기관(4)의 제어 유닛은 시점 결정 모듈(46)을 추가로 포함한다. 시점 결정 모듈(46)은, 설정 값 결정 모듈(41)과 연결된다. 시점 결정 모듈(46)은, 현재 회전수(500), 설정 토크(501), 설정 공기 질량(502) 및 내부 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량(505)을 기반으로, 흡기 밸브(402) 및 배기 밸브(403)의 스위칭 시점들을 결정하고 상기 두 밸브를 그에 상응하게 조정하도록(도면부호 511, 512), 즉 개방하고 폐쇄하도록 형성된다.
- [0071] 이를 위해, 신선 공기 질량 및 내부 배기가스 재순환부의 잔여 배기가스 함량에 대한 충전량 검출 모델들이 제공된다. 충전량 검출 모델들의 부분적인 유도를 통해, 신선 공기 질량 및 내부 배기가스 재순환부의 잔여 배기가스 함량에 대한 흡기 밸브 및 배기 밸브의 영향이 결정된다. 그 다음, 야코비(Jacobi) 행렬에 의해, 흡기 밸브 및 배기 밸브의 스위칭 시점들이 결정된다. 토크를 증가시키는 토크 변경 요구가 존재하면, 흡기 밸브 및 배기 밸브의 폐쇄 시점은, 흡기관 압력(507)의 설정 값 및 과급 압력(510)의 설정 값이 설정될 때까지 변위된다.

- [0072] 또한, 제어 장치는 배기가스 재순환 밸브 제어기(47)를 추가로 포함하며, 이 배기가스 재순환 밸브 제어기는, 설정 값 결정 모듈로부터 설정 공기 질량(502) 및 외부 배기가스 재순환부 내의 설정 잔여 배기가스 함량을 수신하기 위해, 설정 값 결정 모듈(41)과 연결된다. 배기가스 재순환 밸브 제어기(57)는, 배기가스 재순환 밸브의 설정 위치를 결정하여 그에 상응하게 배기가스 재순환 밸브(404)를 제어하도록 형성된다(도면부호 513).
- [0073] 다수의 실시예에서, 제어 장치는, 설정 값 결정 모듈(41), 흡기관 압력 결정 모듈(42), 설정 과급 압력 결정 모듈(44) 및 시점 결정 모듈(46)의 기능들을 실행하는 공통 프로세서로서 형성된다.
- [0074] 도 6에는, 내연기관의 대안의 실시예가 도시되어 있다. 내연기관(4')은 제어 장치를 포함한다. 제어 장치는, 도 5에서의 제어 장치처럼, 설정 값 결정 모듈(41)과, 흡기관 압력 결정 장치(42)와, 설정 과급 압력 결정 모듈(44)을 포함한다. 또한, 제어 장치는 처리 모듈(48)을 추가로 포함하며, 이 처리 모듈은, 현재 회전수(500), 설정 값 토크(501), 설정 공기 질량(502), 설정 차징 효율(503), 설정 압력 허용도(504), 내부 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량(505), 외부 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량(506), 설정 흡기관 압력(507) 및 설정 과급 압력(509)을 기반으로, 충전량을 조절하는 작동 부재들, 즉, 스로틀 밸브(400), 터보차저(401), 흡기 밸브(402), 배기 밸브(403) 및 배기가스 재순환 밸브(404)의 위치를 결정하여 이들을 그에 상응하게 제어한다.
- [0075] 작동 부재들의 위치를 결정하기 위해, 흡기관 압력이 스로틀 밸브(400)의 위치에 의해 조절되는 방법, 과급 압력이 배기가스 터보차저(401), 즉 배기가스 터보차저의 액추에이터를 통해 조절되는 방법, 작동 부재들이 자신들의 위치의 변경 시 반응하는 방법, 및 신선 공기 질량 및 내부 잔여 배기가스의 함량이 흡기 밸브(402) 및 배기 밸브(403)의 위치들에 따라서 결정되는 방법을 표현하는 시스템 모델들이 형성된다. 신선 공기 질량 및 내부 배기가스 재순환부의 잔여 배기가스 함량에 대해 흡기 밸브 및 배기 밸브의 영향을 결정하기 위해, 충전량 검출 모델들이 고려될 수 있다.
- [0076] 그 다음, 시스템 모델들을 기반으로, 작동 부재들은 신호들(508, 510, 511, 512 및 513)을 통해 조정된다. 흡기 밸브 및 경우에 따른 배기 밸브의 조정은, 스로틀 밸브를 통한 흡기관 압력의 설정에 추가로, 토크 변경 요구 시, 스로틀 밸브의 위치를 기반으로 하는 경우보다 토크 변경 요구에 대해 더 신속한 반응을 수행할 수 있도록 하기 위해, 흡기 밸브 및 경우에 따른 배기 밸브의 폐쇄 시점들이 시간상 변위됨으로써, 충전량 조성이 최적화되는 것을 통해 수행된다.
- [0077] 요컨대 본 발명은, 실린더 내의 충전량 조성이 복수의 액추에이터를 통해 조절되고 이렇게 토크 변경 요구에 대해 신속한 반응이 수행될 수 있는 것을 특징으로 한다.

부호의 설명

- [0078] 10: 가스 교환의 실행을 위한 방법
- 101: 진행 중인 제어 과정
- 102: 토크 변경 요구의 검출 단계
- 103: 흡기관 압력의 설정 값의 결정 단계
- 1040: 스로틀 밸브의 설정 위치의 결정 단계
- 1041: 스로틀 밸브의 설정 위치의 설정 단계
- 1050: 가변 시점의 결정 단계
- 1051: 가변 시점에서 배기 밸브의 폐쇄 단계
- 1052: 흡기관 압력의 설정 값이 실제 값에 상응하는지를 확정하는 단계
- 106: 연속적인 제어 과정
- 2: 내연기관
- 20: 제어 장치
- 201: 인터페이스
- 202: 프로세서 모듈

2020: 설정 값 결정 모듈
 2021: 시점 결정 모듈
 21: 작동 모듈
 22: 스위칭 모듈
 300: 토크 변경 요구
 301: 흡기관 압력의 설정 값
 302: 가변 시점
 4: 내연기관
 41: 설정 값 결정 모듈
 42: 흡기관 압력 결정 장치
 43: 흡기관 압력 제어기
 44: 설정 과급 압력 결정 모듈
 45: 과급 압력 제어기
 46: 시점 결정 모듈
 47: 배기가스 재순환 밸브 제어기
 400: 스로틀 밸브
 401: 터보차저
 402: 흡기 밸브
 403: 배기 밸브
 404: 배기가스 재순환 밸브
 500: 회전수
 501: 설정 토크
 502: 설정 공기 질량
 503: 설정 차징 효율
 504: 설정 압력 허용도
 505: 내부 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량
 506: 외부 배기가스 재순환부의 설정 잔여 배기가스 함량
 507: 설정 흡기관 압력
 508: 스로틀 밸브를 위한 작동 신호
 509: 설정 과급 압력
 510: 터보차저를 위한 제어 신호
 511: 흡기 밸브를 위한 작동 신호
 512: 배기 밸브를 위한 작동 신호
 513: 배기가스 재순환 밸브를 위한 작동 신호
 OT: 상사점
 UT: 하사점

ÖE : 흡기 밸브의 개방 시점

SE: 흡기 밸브의 폐쇄 시점

vSE: 흡기 밸브의 가변 폐쇄 시점

SA: 배기 밸브의 폐쇄 시점

vSA: 배기 밸브의 가변 폐쇄 시점

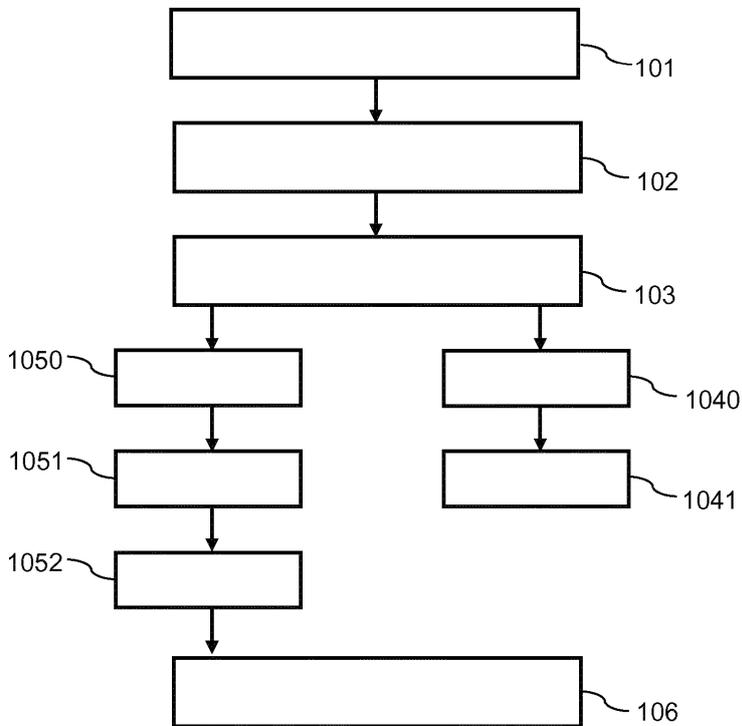
Ps: 흡기관 압력

ϕ : 고정 시점 쪽으로 흡기 밸브의 가변 폐쇄 시점의 변위

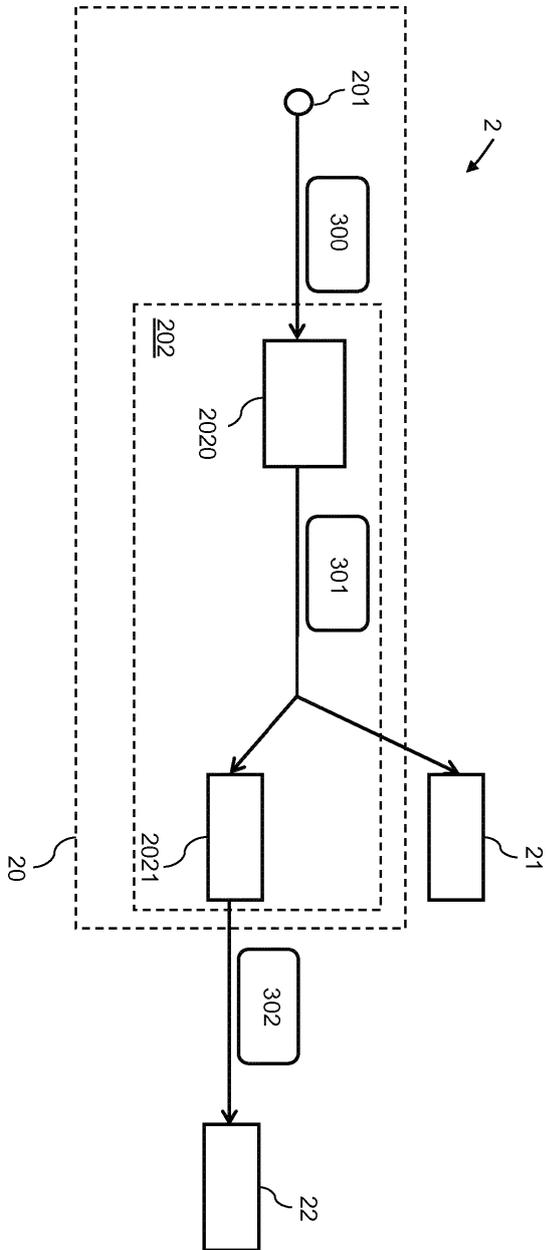
t: 시간

도면

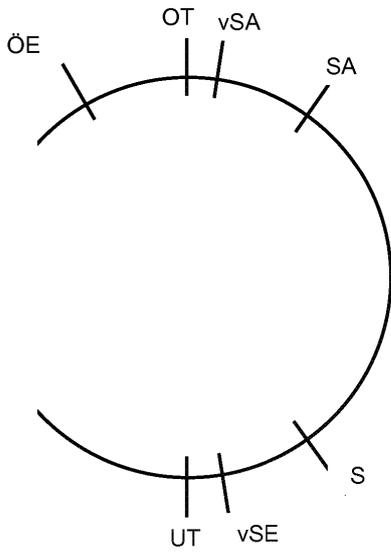
도면1



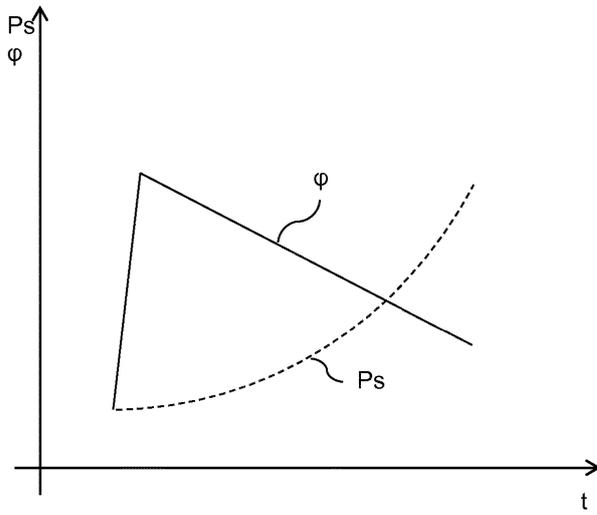
도면2



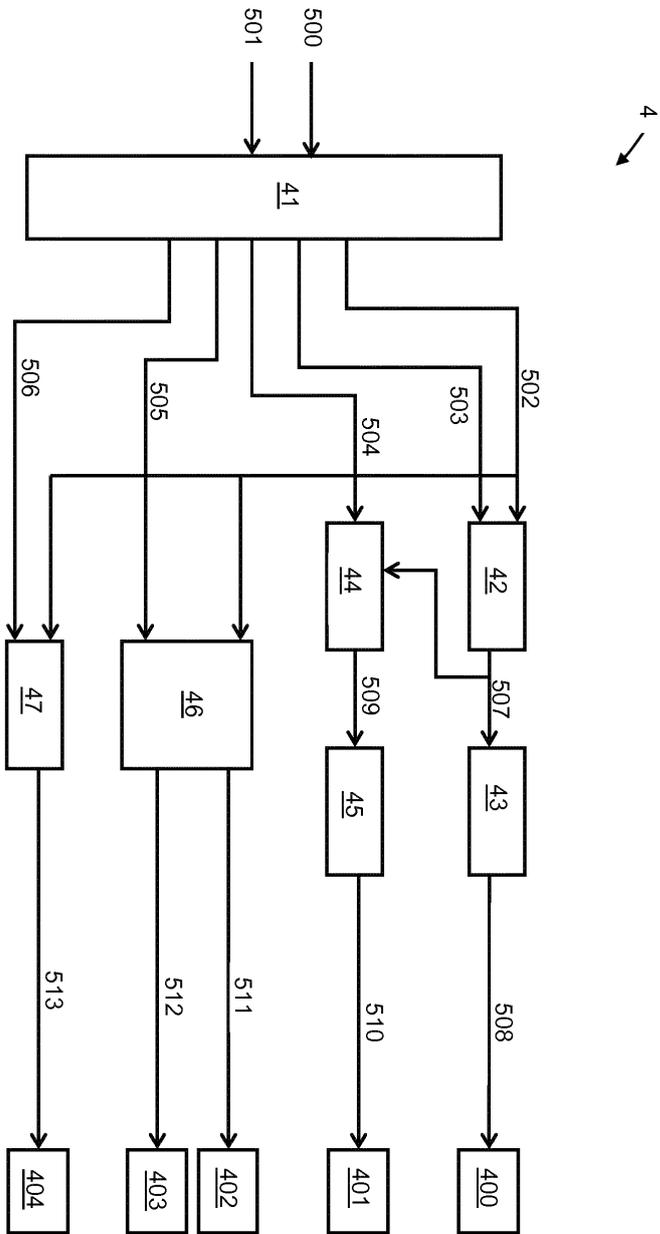
도면3



도면4



도면5



도면6

