



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0087833
(43) 공개일자 2017년07월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $F02D\ 41/40$ (2006.01) $F02D\ 41/24$ (2006.01)
 $F02D\ 41/26$ (2006.01) $F02M\ 51/06$ (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 $F02D\ 41/40$ (2013.01)
 $F02D\ 41/2406$ (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0009239
- (22) 출원일자 2017년01월19일
 심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
 10 2016 200 836.6 2016년01월21일 독일(DE)

- (71) 출원인
 로베르트 보쉬 게엠베하
 독일 데-70442 스투트가르트 포스트파흐 30 02 20
- (72) 발명자
 피셔 파비아
 독일 70176 슈투트가르트 포어스트슈트라쎄 84아
 바이어 마르크
 독일 71229 레온베르크 리겔엑커슈트라쎄 17
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 양영준, 안국찬

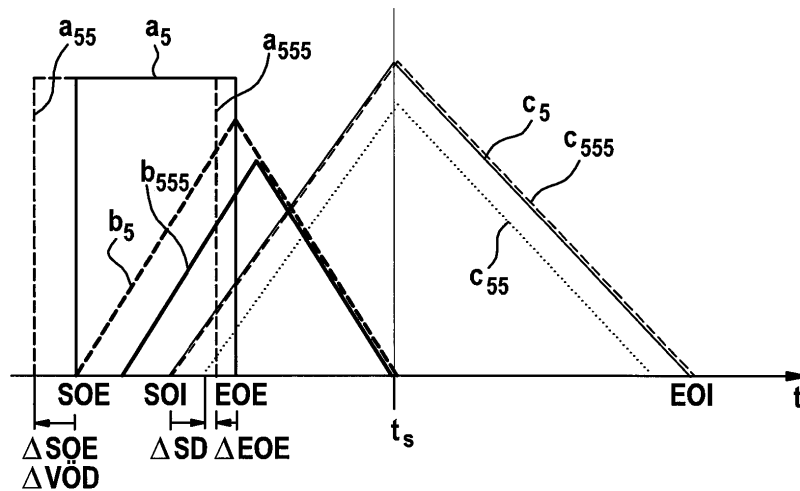
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 솔레노이드 밸브 인젝터의 제어 방법

(57) 요약

본 발명은, 자동차의 연료 분사 시스템의 솔레노이드 밸브 인젝터의 제어 방법에 관한 것으로, 이 방법에서는 분사량, 분사 개시(SOI) 및 분사 지속 시간의 편차를 보정하기 위해, 2가지 상이한 보정 기능으로 구성된 조합이 사용된다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

F02D 41/2467 (2013.01)

F02D 41/263 (2013.01)

F02M 51/061 (2013.01)

(72) 발명자

코버 랄프

독일 71701 슈비버딩엔 슈티겔슈트라쎄 28

벨츠 토마스

독일 70329 슈투트가르트 크비텐가쎄 9

란트호이쎄 펠릭스

독일 73274 뉘칭엔 리스트슈트라쎄 21

팔머 요아힘

독일 70825 코른탈-뉘힝엔 루트빅스부르거 슈트라
쎄 62

명세서

청구범위

청구항 1

차량의 연료 분사 시스템의 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 제어 방법에 있어서,
 분사량, 분사 개시(SOI) 및 분사 지속 시간의 편차를 보정하기 위해, 2가지 상이한 보정 기능들로 이루어진 조합이 사용되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 구동 지속 시간(AD)의 2가지 상이한 보정값이 결정되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 노즐(5)의 개방 시점의 보정이 구동 개시(SOE)의 변경을 통해 수행되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 분사 개시(SOI)의 변경의 보정을 위해 최소 연료량 보정이 사용되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 최소 연료량 보정의 측정 변수는 평가 시 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 밸브 개방 지속 시간(VÖD)에 기초하여 기입되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 폐쇄 거동이 구동 종료(EOE) 시에 보정되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 폐쇄 거동의 보정을 위해, 밸브 폐쇄 제어(Valve Closing Control)가 사용되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 폐쇄 시점(t_s)이 제어를 이용하여 연속으로, 사전 설정 가능한 목표값으로 유지되는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 9

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법은,

- a. 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 개방 지속 시간의 보정($\Delta VÖD$)을 결정하는 단계와,
- b. 개방 지속 시간의 결정된 보정($\Delta VÖD$)의 적용을 통해 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 노즐(5)의 변위된 분사 개시(SOI)를 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 솔레노이드 밸브 인젝터 제어 방법.

청구항 10

기계 판독 가능 저장 매체에 저장되고, 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 방법의 모든 단계를 실행하도록

설계된 컴퓨터 프로그램.

청구항 11

제10항에 따른 컴퓨터 프로그램이 저장된 기계 판독 가능 저장 매체.

청구항 12

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하도록 설계된 전자 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 솔레노이드 밸브 인젝터의 제어 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 컴퓨터에서 실행될 경우 본 발명에 따른 방법의 모든 단계를 실행하는 컴퓨터 프로그램 및 이 컴퓨터 프로그램이 저장된 기계 판독 가능 저장 매체에 관한 것이다. 마지막으로, 본 발명은 본 발명에 따른 방법을 실행하도록 설계된 전자 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예를 들어 솔레노이드 밸브 인젝터일 수 있고 자동차의 분사 시스템 내에 배치된 전자기 작동 밸브를 구비한 커먼레일 인젝터에서는, 노즐 니들의 상부 단부에서 제어 챔버 내 압력을 강하시키기 위해, 솔레노이드 밸브가 전기 구동에 의해 개방된다. 그 결과, 노즐 니들을 폐쇄 상태로 유지하는 힘이 감소한다. 노즐 니들이 가동되어 분사 개구들을 개방한다. 전기 구동의 종료 후 솔레노이드 밸브는 폐쇄되고, 제어 챔버 내 압력이 상승하며, 노즐 니들의 폐쇄 운동이 개시된다. 분사 개구들로의 연료 공급은, 노즐 니들이 그 휴지 위치에 다시 도달하는 즉시 차단된다. 이 경우, 분사된 연료량은 구동 지속 시간 및 연료 저장기(레일) 내 연료의 압력에 좌우된다.

[0003] 분사된 연료량이 목표량으로부터 편차가 나는 경우를 위해 2가지 상이한 보정 기능이 공지되어 있다. 제1 보정 기능은, 파일럿 분사에서 이용되는 소량의 분사량과의 편차를 보정하는 이른바 최소 연료량 보정(Zero Fuel Calibration, ZFC)이다. 이 방법에서는, 예를 들어 자동차의 코스팅 상태에서 각각 하나의 실린더에, 상이한 구동 지속 시간으로 소량의 시험 분사량이 공급된다. 테스트 분사량의 연소에 기인한 엔진 회전수의 증가를 토대로, 분사된 연료량이 추정될 수 있다. 목표량으로부터 편차가 있을 경우, 구동 지속 시간의 보정이 결정될 수 있다.

[0004] 제2 보정 기능은, 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 시점을 목표값으로 조절하는 이른바 밸브 폐쇄 제어(Valve Closing Control, VCC)이다. 이 방법에서는, 예를 들어 폐쇄 지속 시간, 즉, 구동 종료부터 밸브 폐쇄까지의 시간이 솔레노이드 밸브 인젝터의 코일을 통한 전류의 거동으로부터 결정되며, 구동 지속 시간은 제어기에 의해 변경된다. 밸브 폐쇄 제어는 주 분사에서 사용되고, 파일럿 분사 시에는 사용되지 않는다.

발명의 내용

[0005] 자동차의 연료 분사 시스템의 솔레노이드 밸브 인젝터, 특히 커먼레일 인젝터의 제어 방법에서는, 분사량, 분사 개시 및 분사 지속 시간의 편차를 보정하기 위해, 2가지 상이한 보정 기능의 조합이 사용된다. 2가지 상이한 보정 기능의 바람직한 조합을 이용하여, 솔레노이드 밸브 인젝터의 전체 작동 특성 영역 및 모든 분사 방식에 대해, 제조 공차의 주요 영향 및 마모가 보상될 수 있기 때문에, 분사량의 정확도에 대해 강화되고 있는 요건들이 충족될 수 있다. 이 방법에서는 바람직하게 추가의 센서가 불필요하다.

[0006] 바람직하게는, 솔레노이드 밸브 인젝터의 구동 지속 시간의 2가지 상이한 보정값이 결정된다. 분사된 연료량이 목표량으로부터 편차가 날 경우, 2가지 상이한 공차 영향 및 마모 영향이 발생할 수 있다. 제1 영향은 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점의 변경으로부터 기인하며, 그로 인해 노즐 니들의 폐쇄 위상의 개시가 변위되고 분사 종료량이 변경된다. 상기 제1 영향에서는 분사 개시가 변경 없이 유지되기 때문에, 구동 개시의 변경되지 않은 시점에 구동 지속 시간의 제1 보정값이 구동 종료의 변경을 실행해야 한다. 제2 영향은, 분사 개시를 변위시키는 노즐 또는 솔레노이드 밸브의 개방 시점의 변경에 기인한다. 이 경우, 변경되지 않은 구동 종료 시 제2 보정값이 구동 개시의 변경을 실행해야 한다. 솔레노이드 밸브 인젝터의 구동 지속 시간의 2가지 상이한 보정값의 결정을 통해, 바람직하게 상기 두 영향 각각을 위한 보정이 달성될 수 있기 때문에, 상기 방법의 적용에 따라 분사량, 분사 개시 및 분사 종료량이 적시에 설정된다.

- [0007] 바람직하게는, 구동 개시의 변경을 통해 솔레노이드 밸브 인젝터의 노즐의 개방 시점의 보정이 수행된다. 이 방법에 의해, 간단하게 분사 개시의 변위가 보정될 수 있다.
- [0008] 바람직하게는, 분사 개시의 변경의 보정을 위해 최소 연료량 보정이 사용된다. 이 방법의 일 실시예에서는, 자동차의 코스팅 상태에서, 각각의 실린더에 상이한 구동 지속 시간으로 테스트 분사량이 공급된다. 테스트 분사량의 연소로 인한 엔진 회전수의 증가를 토대로, 분사된 연료량이 추정된다. 목표량으로부터 편차 있는 경우, 구동의 보정이 결정될 수 있다. 이 방법의 적용 시, 측정된 연료량이 구동 지속 시간에 따라 평가되지 않고 솔레노이드 밸브의 밸브 개방 지속 시간에 따라 평가됨으로써, 결정된 보정에 미치는 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간의 영향이 최소 연료량 보정에 상응하게 보상된다. 이 경우, 밸브 개방 지속 시간은 구동 지속 시간과 폐쇄 지속 시간의 합을 의미한다. 최소 연료량 보정 기능을 솔레노이드 밸브의 폐쇄에 기인하지 않는 보정으로 축소함으로써, 바람직하게는 솔레노이드 밸브 인젝터의 전체 작동 특성 영역 및 모든 분사 방식에서 분사 개시 보정으로서의 적용 가능성을 가능케 한다. 이 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터의 전체 작동 특성 영역은, 솔레노이드 밸브 인젝터의 모든 상이한 레일 압력 값 및 모든 상이한 구동 지속 시간을 의미한다.
- [0009] 바람직하게는, 최소 연료량 보정의 상술된 적용 시, 측정 변수, 즉, 각각의 분사량은 평가 시 솔레노이드 밸브 인젝터의 밸브 개방 지속 시간에 기초하여 기입된다. 이러한 방식으로, 상술된 바와 같이, 최소 연료량 보정의 결정된 보정에 미치는 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간의 영향이 바람직하게 보상된다.
- [0010] 바람직하게, 본원의 방법은 복수의 단계를 포함한다. 먼저, 특히 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점의 변경을 토대로, 제1 보정 기능을 통해 솔레노이드 밸브 인젝터의 개방 지속 시간의 보정이 결정된다. 솔레노이드 밸브 인젝터의 노즐의 변위된 분사 개시의 보정은 개방 지속 시간의 결정된 보정의 적용을 통해 수행되며, 나아가 구동 종료의 적용을 통해 보정된다. 이어서, 제2 보정 기능을 통해, 솔레노이드 밸브 인젝터의 노즐의 변위된 분사 개시가 구동 개시의 적용을 통해 보정된다. 필요할 경우, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점이 제1 보정 기능을 통해 최종적으로 재차 보정된다.
- [0011] 바람직한 일 실시예에 따르면, 구동 종료 시의 솔레노이드 밸브의 폐쇄 거동이 보정된다. 이 방법에 의해, 간단하게 분사 종료의 변위가 보정될 수 있다.
- [0012] 바람직한 일 실시예에서, 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 거동의 보정을 위해 밸브 폐쇄 제어가 사용된다. 밸브 폐쇄 제어는 바람직하게 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점 또는 노즐 니들의 운동 역전 시점을 목표값으로 조절한다. 이 방법의 한 실시예에서는, 폐쇄 지속 시간, 즉, 구동 종료로부터 밸브 폐쇄까지의 시간이 솔레노이드 밸브 인젝터의 솔레노이드의 전류의 특성 곡선으로부터 결정되며, 구동 지속 시간은 조절기에 의해 변경된다. 더 정확히 말하면, 구동 종료 후, 솔레노이드 밸브 인젝터의 코일을 통하는 전류 흐름이 생성되며, 전류 거동에 미치는 전기자 운동의 반작용에 의해, 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 시점이 결정될 수 있다. 바람직하게는, 이 방법의 수행을 위해 추가 센서가 불필요하다.
- [0013] 바람직한 일 실시예에서, 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 시점은 제어를 이용하여, 특히 밸브 폐쇄 제어를 이용하여, 연속으로, 사전 설정 가능한 목표값으로 유지된다. 2가지 보정 기능의 조합으로 인해, 바람직하게는, 노즐 및 솔레노이드 밸브에 의해 야기되는, 가능성 있게 조합된 편차가 보정될 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명은, 컴퓨터 또는 전자 제어 장치에서 실행될 경우 본 발명에 따른 방법의 모든 단계를 수행하도록 설계된 컴퓨터 프로그램을 포함한다. 이는, 전자 제어 장치에서 구조적인 변경 없이 수행되어야 하는 본 발명에 따른 방법의 구현을 가능케 한다.
- [0015] 또한, 본 발명은, 컴퓨터 프로그램이 저장된 기계 판독 가능 저장 매체 및 본 발명에 따른 방법을 수행하도록 설계된 전자 제어 장치를 포함한다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 장점들 및 특징들은 이하 도면들과 관련한 실시예들의 설명을 참조한다. 여기서, 개별 특징들은 각각 단독으로 또는 서로 조합되어 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 방법이 사용되는 솔레노이드 밸브 인젝터의 개략도이다.
- 도 2는 솔레노이드 밸브 인젝터의 구동의 시간에 따른 진행을 개략적으로 도시한 그래프이다.
- 도 3은 정지부에 도달할 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 지속 시간 변화의 영향을 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 4는 정지부에 도달하지 않을 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 지속 시간 변화의 영향을 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 5는 솔레노이드 밸브 인젝터의 폐쇄 지속 시간 변화 시, 최소 연료량 보정의 학습 과정을 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 6은 정지부에 도달할 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터의 노즐의 드리프트 효과의 영향의 예를 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 7은 정지부에 도달하지 않을 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터의 노즐의 드리프트 효과의 영향의 예를 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 8은 솔레노이드 밸브 인젝터의 노즐의 드리프트의 발생 시, 최소 연료량 보정의 학습 과정을 개략적으로 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018]

도 1에는 본 발명에 따른 방법이 사용될 수 있는 차량의 솔레노이드 밸브 인젝터(1)가 개략적으로 도시되어 있다. 솔레노이드 밸브 인젝터(1)는 실질적으로 이하의 기능 블록, 즉, 오리피스 노즐, 유압 서보 시스템 및 솔레노이드 밸브를 포함한다. 연료가 고압 포트(13)로부터 공급 채널을 통해 노즐(5)로 그리고 공급 스로틀(14)을 통해 밸브 제어 챔버(6)로 공급된다. 노즐(5)은, 밸브 피스톤(제어 피스톤)(9)과 연결된 노즐 니들(12)을 포함한다. 밸브 피스톤(9)과 노즐 니들(12) 사이에 압력 건부(8)가 제공된다. 노즐 스프링(7)을 통해 노즐 니들(12)에 힘이 작용한다. 밸브 피스톤(9)은 공급 스로틀(14)을 통해 고압 포트(13)와 연결된 밸브 제어 챔버(6) 내에서 중단된다. 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 구동은 솔레노이드(2), 전기자(4) 및 솔레노이드 밸브 스프링(11)에 의해 수행된다. 솔레노이드(2)의 구동에 의해, 전기자(4)가 노즐 니들(12)의 방향으로 또는 노즐 니들로부터 멀어지도록 움직이므로써, 노즐 니들(12)이 분사 개구들(10)로부터 상승하여 연료가 연소 챔버 내로 분사되거나, 분사 개구들(10)이 폐쇄된다[도 1에서 전기자(4) 및 노즐 니들(12)은 상향으로, 그리고/또는 분사 개구들(10)을 향해 하향으로 움직인다]. 이러한 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 작동 방식은 본원에서 참조된 Vieweg + Teubner 출판사의 자동차 공학 핸드북(2011년 1월 출판, 제27 판)에 기술되어 있다.

[0019]

도 2에는, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)가 노즐 니들(12)의 행정 정지부를 갖지 않는 경우에 대해, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 전기 구동의 시간에 따른 거동(곡선 a₁), 솔레노이드 밸브의 행정(곡선 b₁) 및 노즐 니들의 니들 행정(곡선 c₁)이 개략적으로 도시되어 있다. 구동 개시(SOE) 이후 데드 타임(t_{d1})이 경과하면, 본 실시예에서 정지부에 의해 행정이 제한된 솔레노이드 밸브가 개방된다. 추가 데드 타임(t_{d2}) 이후에는 노즐(5)의 개방 과정이 개시된다. 노즐(5)의 개방과 동시에 분사 개시(SOI)가 수행된다. 구동 지속 시간(AD)의 경과 후에 솔레노이드 밸브가 폐쇄된다. 이때, 폐쇄 지속 시간(SD)은 솔레노이드 밸브의 구동 종료(EOE)부터 폐쇄 시점(t_s)까지의 시간을 의미한다. 구동 지속 시간(AD)과 폐쇄 지속 시간(SD)의 합이 이하에서는 밸브 개방 지속 시간(VÖD)이라 지칭된다. 솔레노이드 밸브가 폐쇄 시점(t_s)에 도달함으로써, 노즐 니들(12)의 운동은 폐쇄 운동으로 전환된다. 노즐 니들(12)의 폐쇄 과정의 종료와 동시에 분사 종료(EOI)가 달성된다.

[0020]

도 3에는, 솔레노이드 밸브가 정지부에 도달한 경우에 대해, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간 변화(ΔSD)의 영향이 개략적으로 도시되어 있다. 곡선(a₂)은 구동의 시간에 따른 거동을 나타내고, 곡선(b₂)은 솔레노이드 밸브의 행정을 나타내며, 곡선(c₂)은 노즐 니들(12)의 니들 행정을 나타낸다. 여기에 도시된 경우에서는, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 과정 이전에 시간(ΔSD)만큼 연장된 데드 타임이 발생한다(곡선 b₂₂ 참조). 그로 인해, 노즐 니들(12)의 폐쇄 위상의 시작을 개시하는 니들 행정 거동의 전환점도 마찬가지로 시간(ΔSD)만큼 지연된다. 그 결과, 노즐 니들(12)의 니들 행정 거동에서의 개방 위상의 지속 시간이 더 연장되고, 최고점에 도달한 니들 행정이 더 커진다(곡선 c₂₂ 참조). 또한, 분사 종료(EOI)가 지연되어 발생한다(마찬가지로 곡선 c₂₂ 참조). 분사된 연료량은 이러한 지연으로 인해 너무 많다. 도 3에 도시된 경우의 보정은, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)을 새로운 부분의 값으로의 균등화를 통해 수행된다. 이를 위해, 구동 지속 시간(AD)이 값(ÄEOE = -ΔSD)만큼 변동함으로써, 구동 종료(EOE)가 더 이른 시점으로 변위된다(곡선 a₂₂ 참조). 즉, 도시된 경우에서는 구동 지속 시간(AD)이 단축된다. 이 경우, 구동 개시(SOE)는 변경되지 않고 유지된다. 이러

한 보정이 수행된 후에는, 분사 개시(SOI) 및 분사 종료(EOI)가 새로운 부분에 상응한다(곡선 b_{222} 및 c_{222} 참조). 분사된 연료량은 동일한 니들 행정 거동으로 인해 마찬가지로 새로운 부분에 상응한다(곡선 c_{222} 참조).

[0021] 도 4에는, 솔레노이드 밸브가 정지부에 도달하지 않은 경우에 대해, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간 변화(ΔSD)의 영향이 개략적으로 도시되어 있다. 이는, 더 소량의 분사량에서 발생할 수 있다. 도 4에서 곡선들(a_3 , b_3 , c_3)은, 이미 도 2 및 도 3에서 설명된 바와 같이, 마찬가지로 구동의 시간에 따른 거동, 솔레노이드 밸브의 행정 및 노즐 니들(12)의 니들 행정을 각각 나타낸다. 이 경우에도, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)이 시간(ΔSD)만큼 지연되어 발생한다(곡선 b_{33} 참조). 이에 의해, 니들 행정 거동의 전환점도 마찬가지로 시간(ΔSD)만큼 지연됨으로써, 노즐 니들(12)의 니들 행정 거동에서 개방 위상의 지속 시간이 연장되고, 최대에 도달한 니들 행정이 더 커진다. 분사 종료(EOI)도 지연되어 발생하며, 분사된 연료량은 너무 크다(곡선 c_{33} 참조). 도 4에 도시된 지연의 보정은 다시 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)나 새로운 부분의 값으로 균등화됨으로써 수행된다. 도 3에 도시된 경우와 달리, 구동 지속 시간(AD)은 이제 $\Delta EOE < -\Delta SD$ 만큼 변동된다(곡선 a_{33} 참조). 즉, 구동 지속 시간(AD)의 단축은 솔레노이드 밸브의 전행정(full stroke) 시보다 더 작다(도 3 참조). 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)의 제어, 즉, 밸브 폐쇄 제어의 개입은 항상 구동 지속 시간의 원하는 보정을 설정한다. 상기 보정 이후, 분사 개시(SOI) 및 분사 종료(EOI)는 여기서도 새로운 부분에 상응한다(곡선 b_{333} 및 c_{333} 참조).

[0022] 최소 연료량 보정(ZFC)의 보정 기능은, 차량의 코스팅 작동 시 공급되는 테스트 분사량을 이용하여, 현재 회전수의 거동의 평가를 통해 실제로 구동 지속 시간(AD)에 분사된 연료량을 결정할 수 있다. 그러나 이러한 방법은 연료량이 적은 경우에만 가능한데, 그 이유는 분사량이 많으면 간섭성 연소 소음이 발생할 수도 있기 때문이다. 종래 기술에 따르면, 낮게 선택된 레일 압력을 위한 측정이 수행된다. 결정된 학습값은 전자 제어 장치에 의해, 레일 압력에 좌우되는 보정 특성 곡선에 저장된다. 저장된 특성 곡선을 이용하여, 종래 기술에 따라 파일럿 분사의 구동 지속 시간(AD)의 보정이 결정된다.

[0023] 도 5에는, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 폐쇄 지속 시간 변화(ΔSD)의 경우에 최소 연료량 보정(ZFC)의 학습 과정이 도시되어 있다. 이러한 학습 과정에 대해, 레일 압력이 일정할 경우, 상이한 구동 지속 시간(AD)을 위한 분사량이 결정되어, 솔레노이드 밸브의 개방 지속 시간($VÖD$)에 걸쳐 기입된다(곡선 d_1). 이를 위해, 각각의 테스트 분사에 대해, 분사량 외에 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간(SD)도 측정되어야 한다. 드리프트된 솔레노이드 밸브의 측정값은 새로운 부분에 대해 변위되지만, 새로운 부분의 측정값에 의해 연장되는 직선으로 표시된다(곡선 d_1 및 d_{11} 참조). 예시로서 가정된 폐쇄 지속 시간(SD)의 연장은 분사된 연료량을 증가시키거나, 동시에 측정값들 각각을 더 큰 밸브 개방 지속 시간($VÖD$)으로 변위시킨다. 이제 연료량의 표준화량($Q_{기준}$)을 위해, 새로운 부분의 기준값($VÖD_{기준}$)으로부터 솔레노이드 밸브(1)의 개방 지속 시간($VÖD$)의 편차가 결정되면, 학습값($\Delta VÖD_{학습}$)으로서 값 0이 획득된다(곡선 e_1 및 e_{11} 참조).

[0024] 구동 지속 시간(AD)에 대한 테스트 분사량의 기입이 수행되는 종래 기술과는 달리, 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법에서는, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간 변화(ΔSD)가 더 이상 최소 연료량 보정(ZFC) 기능에 의해 보정되지 않는데, 그 이유는 학습값들에서 폐쇄 지속 시간 변화(ΔSD)가 고려되지 않고 유지되기 때문이다. 최소 연료량 보정(ZFC) 및 밸브 개방 지속 시간(VCC) 제어의 두 보정 기능은, 중복 보정 없이, 동시에 그리고 작업 부분별로 사용될 수 있다.

[0025] 도 6은, 솔레노이드 밸브가 정지부에 도달한 경우에 노즐(5)의 드리프트 효과의 영향의 예를 개략적으로 도시한다. 도 6에서도 곡선(a_4 , b_4 , c_4)은, 이미 도 2 내지 도 4에서 이미 설명된 바와 같이, 구동의 시간에 따른 거동, 솔레노이드 밸브의 행정 및 노즐 니들(12)의 니들 행정을 각각 나타낸다. 여기에 도시된 경우에서는 노즐(5)의 연장된 개방 지연이 발생한다. 드리프트된 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 분사 개시(SOI)는 솔레노이드 밸브의 변경되지 않은 구동 및 변경되지 않은 거동 시 더 늦은 시점으로 변위된다(곡선 c_{44} 참조). 그 결과, 노즐 니들(12)의 니들 행정 거동에서, 개방 위상의 지속 시간뿐만 아니라, 최대 니들 행정도 감소한다. 분사 종료(EOI)는 너무 일찍 발생하고, 분사된 연료량은 너무 적다. 이 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 보정은,

노즐(5)의 분사 개시(SOI)가 새로운 부분의 값으로 균등화됨으로써 수행된다(곡선 c_{44} 참조). 이를 위해, 구동 개시(SOE)는 더 이른 시점으로 변위되며, 구동 종료(EOE)는 변경되지 않는다(곡선 a_{44} 참조). 구동 지속 시간(AD)은 값 $\Delta SOE = -\Delta SOI$ 만큼 변동되고, 즉, 도시된 경우에는 연장된다. 이러한 보정이 적용된 이후, 분사 개시(SOI) 및 분사 종료(EOI)는 새로운 부분에 상응한다(곡선 c_{444} 참조). 분사된 연료량은 동일한 니들 행정 거동으로 인해 마찬가지로 새로운 부분에 상응한다. 구동 종료(EOE), 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s), 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간(SD) 및 노즐 니들(12)의 니들 행정 거동에서의 전환점은 도 6에 도시된 3가지 상이한 경우 모두에 대해 시간에 따라 변하지 않는다. 새로운 부분을 갖는 분사된 연료량의 균등화를 위해 필요한, 구동 개시(ΔSOE)의 보정은 분사 개시의 변화(ΔSOI)의 절대값에 상응한다(a_{44} 및 c_{44} 참조). 또한, 이미 앞서 정의한 것처럼, 밸브 개방 지속 시간($\mathbf{VÖD}$)은 구동 지속 시간(AD)과 폐쇄 지속 시간(SD)의 합에 상응하기 때문에, $\Delta \mathbf{VÖD} = \Delta SOE$ 가 적용된다.

[0026] 결정된 레일 압력에 대한 소정의 작동점에서 결정된, 공차 또는 드리프트로 인한 분사 개시(SOI)의 변위는 이러한 레일 압력에서 모든 구동 지속 시간(AD)에 대해 동일하다. 이로써, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 전체 작동 특성 영역에서 목표 상태와 분사 개시(SOI)의 편차를 보정하기 위해, 상이한 레일 압력을 갖는 몇몇 작동점에서의 측정으로 충분하다.

[0027] 도 7에는, 솔레노이드 밸브가 정지부에 도달하지 않은 경우에 대해, 노즐(5)의 드리프트 효과의 영향의 예시가 개략적으로 도시되어 있다. 곡선(a_5 , b_5 , c_5)은 상술된 바와 같이 다시, 구동의 시간에 따른 거동, 솔레노이드 밸브의 행정 및 노즐 니들(12)의 니들 행정을 각각 나타낸다. 여기서도, 도 6에 도시된 바와 같이, 솔레노이드 밸브의 구동 및 거동이 변동하지 않은 경우, 노즐(5)의 연장된 개방 지연이 발생하고, 드리프트된 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 분사 개시(SOI)가 더 나중의 시점으로 변위된다(곡선 c_{55} 참조). 이에 의해, 노즐 니들(12)의 니들 행정 거동에서, 개방 위상의 지속 시간 및 최대점에 도달한 니들 행정도 마찬가지로 감소한다. 분사 종료(EOI)는 너무 일찍 발생하고, 이로써, 분사된 연료량은 너무 적다(곡선 c_{55} 참조). 이 경우, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 보정은 노즐(5)의 분사 개시(SOI)가 새로운 부분의 값으로 균등화됨으로써 수행된다. 이를 위해, 도 6에 도시된 바와 같이, 구동 개시(SOE)가 $\Delta SOE = -\Delta SOI$ 만큼 변위된다(곡선 a_{55} 참조). 즉, 도시된 실시예에서 구동 개시(SOE)는 더 이른 시점으로 변위된다. 그러나, 구동 종료(EOE)는 도 6에 도시된 경우와 반대로, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)이 변경되지 않도록 하기 위해, 마찬가지로 변경되어야 한다(곡선 a_{555} 참조). 이로써, 노즐 니들(12)의 니들 행정 거동에서 방향 전환의 시점이 변경되지 않고 유지될 수 있게 된다. 구동 종료(EOE)가 적용되지 않은 경우, 최대 니들 행정은 새로운 부분의 원하는 값을 넘어서 증가할 수도 있다. 분사 종료(EOI)가 너무 늦게 발생할 수도 있고, 분사된 연료량이 너무 클 수도 있다. 분사된 연료량과 새로운 부분의 균등화를 위해 필요한 구동 개시의 보정(ΔSOE)은 도 6에 도시된 실시예와 같이, 분사 개시의 변량(ΔSOI)에 상응한다(곡선 a_{55} 및 c_{555} 참조). 또한, 재차 $\Delta \mathbf{VÖD} = \Delta SOE$ 가 적용된다. 그러나 구동 지속 시간(AD)의 변화는 도 7에서 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)의 제어의 필요한 개입으로 인해, 즉, 밸브 폐쇄 제어의 개입으로 인해, 도 6에 도시된 경우보다 작다.

[0028] 도 8에는 노즐(5)의 드리프트 발생 시 최소 연료량 보정(ZFC)의 학습 과정이 개략적으로 도시되어 있다. 여기서, 레일 압력이 일정할 경우, 상이한 구동 지속 시간들(AD)에 대한 분사량이 결정되어, 솔레노이드 밸브의 개방 지속 시간($\mathbf{VÖD}$)에 대해 기입된다(곡선 d_2 참조). 이 경우, 각각의 테스트 분사에 대해, 분사량 외에 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간(SD)이 측정되어야 한다. 드리프트된 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 측정값은 새로운 부분에 대해 평행하게 변위된다(곡선 d_{22} 참조). 예시로서 가정된, 더 이른 시점에서의 분사 개시(SOI)의 변위는 솔레노이드 밸브의 구동 지속 시간(AD)의 불변 및 폐쇄 시점(t_s)의 불변 시 연료량을 증가시킨다. 이제 표준화 양($Q_{기준}$)에 대해, 새로운 부분의 기준값($\mathbf{VÖD}_{기준}$)으로부터 솔레노이드 밸브의 개방 지속 시간($\mathbf{VÖD}$)의 편차가 결정되면, 학습값($\Delta \mathbf{VÖD}_{학습}$)으로서 0보다 작은 값이 획득된다(곡선 e_2 과 e_{22} 비교). 솔레노이드 밸브의 개방 지속 시간은, 노즐(5)에 의해 야기된 연료 증가량을 보상하기 위해 감소되어야 한다.

[0029] 종래 기술에 따라 구동 지속 시간(AD)에 대해 테스트 분사량의 기입이 제공되는 것과 달리, 본 발명의 실시예에

따른 평가 방법에서는, 솔레노이드 밸브 인젝터(1)의 개방 지속 시간의 변량($\Delta V\ddot{O}D$)이 결정된다. 최소 연료량 보정(ZFC)의 보정 기능에 의해 결정된 보정은 도 6 및 도 7에서 노즐(5)의 변위된 분사 개시(SOI)의 보정을 위해 필요한 값($\Delta V\ddot{O}D$ 또는 ΔSOE)에 상응한다. 솔레노이드 밸브가 행정 정지부에 도달하지 않은 특수한 경우(도 7 참조), 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)을 목표값으로 유지하기 위해, 존재하는 밸브 폐쇄 제어(VCC)의 보정 기능이 밸브 개방 지속 시간($V\ddot{O}D$)의 제어를 위해 추가로 개입된다.

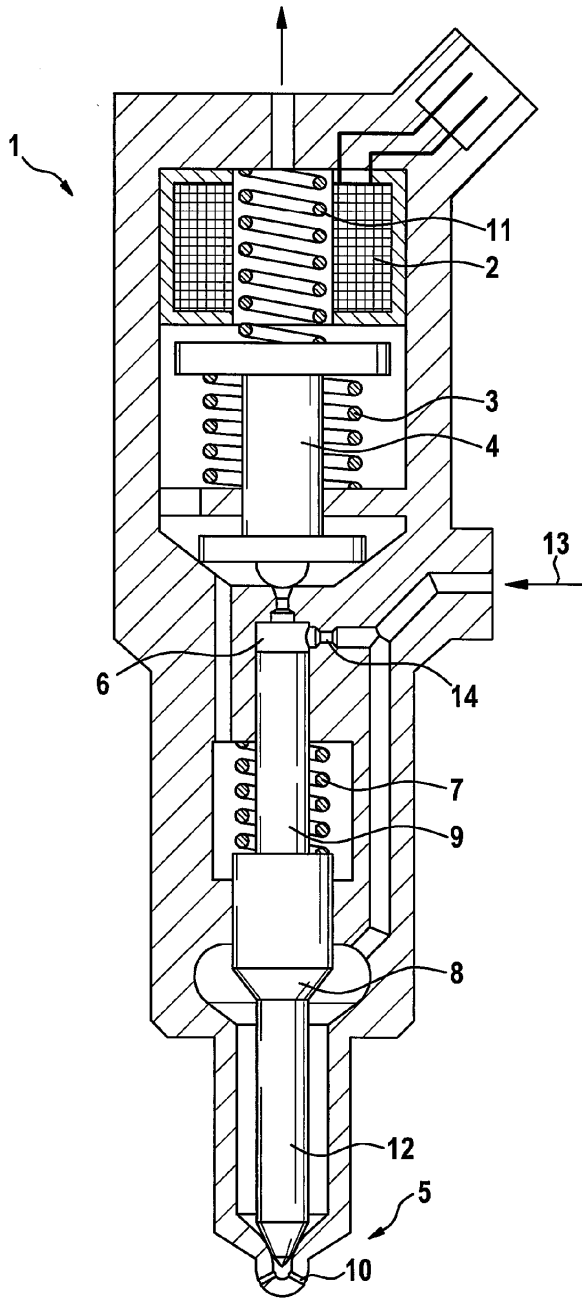
[0030] 자동차의 코스팅 모드에서 최소 연료량 보정(ZFC)의 보정 기능에 의해 결정되고 레일 압력에 좌우되는, 구동 개시(SOE)의 보정; 그리고 밸브 개방 지속 시간($V\ddot{O}D$)의 제어와 같은 의미를 갖는, 밸브 폐쇄 제어(VCC)의 보정 기능을 통한 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)의 제어;를 이용하여, 노즐(5) 및 솔레노이드 밸브에 의해 야기되는 조합된 편차들도 보정될 수 있다.

[0031] 이 경우, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 지속 시간(SD)의 오류로부터 기인하는, 목표값으로부터의 분사의 편차는 항상 구동 종료(EOE)의 적응을 통해 보상된다. 노즐(5) 및/또는 솔레노이드 밸브의 개방 거동의 오류로 인한 분사 개시(SOI)의 변위는 구동 개시(SOE)의 적응을 통해, 최소 연료량 보정(ZFC)의 보정 기능에 의해 결정된 목표 밸브 개방 지속 시간($V\ddot{O}D$)의 보정만큼 보상된다. 이 경우, 밸브 개방 지속 시간($V\ddot{O}D$)의 제어, 즉, 밸브 폐쇄 제어(VCC)는, 구동 지속 시간(AD) 및 다른 경계 조건들에 대한 폐쇄 지속 시간(SD)의 복합적 상호의존 시에도, 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)이 항상 목표값에 상응하는 것을 보장한다. 구동 개시(SOE) 및/또는 구동 종료(EOE)의 보정 이후, 분사 개시(SOI), 분사 지속 시간 및 분사된 연료량은 목표 상태에 상응한다.

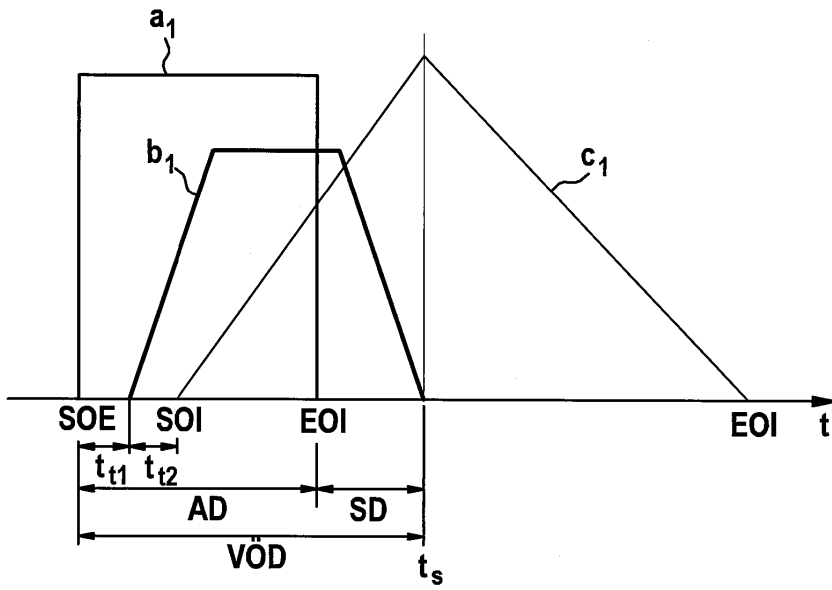
[0032] 본 발명의 상기 실시예에 따른 방법은, 여기에 설명된 예시의 경우와 달리 노즐 니들(12)의 행정 정지부를 갖는 솔레노이드 밸브 인젝터(1)에도 적용될 수 있다. 도시되지 않은 또 다른 실시예에서는, 여기에 설명된 경우와 달리, 유압 서보 유닛이 솔레노이드 밸브에 대한 노즐 니들의 직접 연결 또는 유압 커플러를 통한 연결로 대체될 수 있다. 이 경우, 실시예에서 기술된 솔레노이드 밸브의 폐쇄는 노즐의 폐쇄(EOI)와 동일시된다. 전술한 방법의 적용은 예를 들어 파일럿 분사와 같은 선택된 분사 방식으로 한정될 수 있다. 이 경우, 다른 분사 방식을 위해서는 선택적으로 솔레노이드 밸브의 폐쇄 시점(t_s)의 제어만 사용될 수 있다.

도면

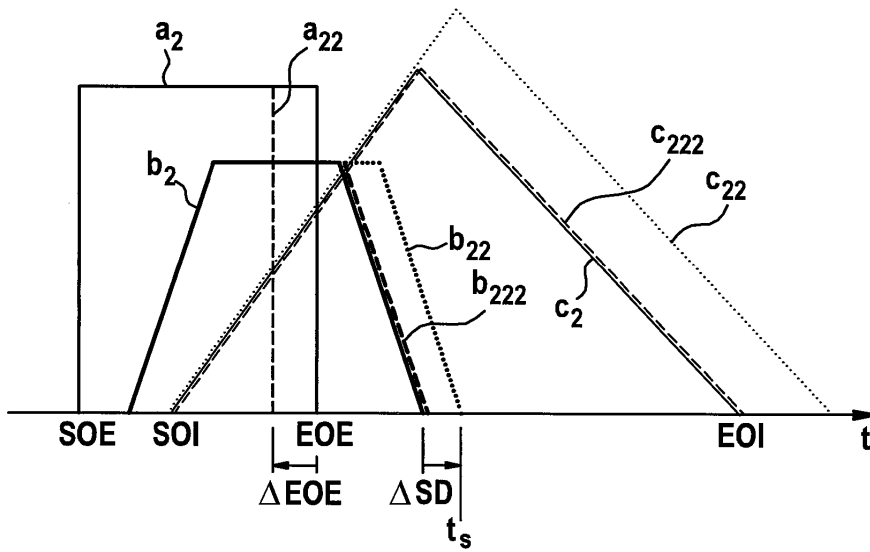
도면1



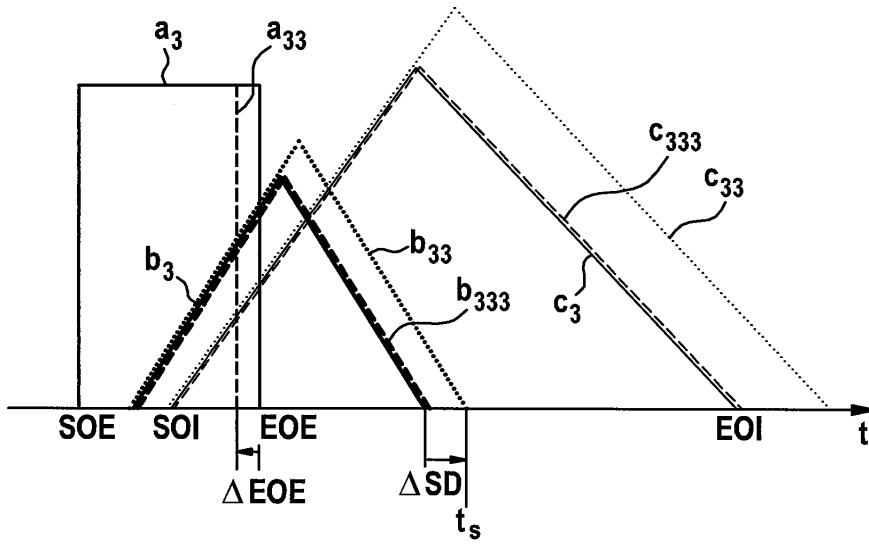
도면2



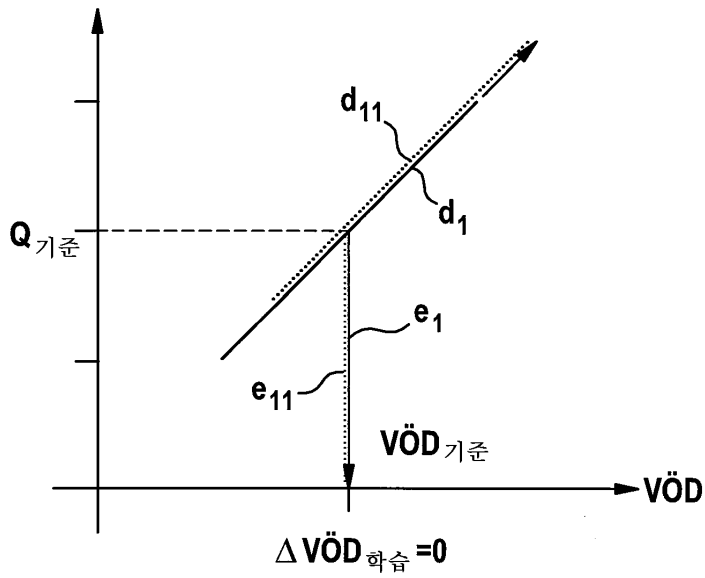
도면3



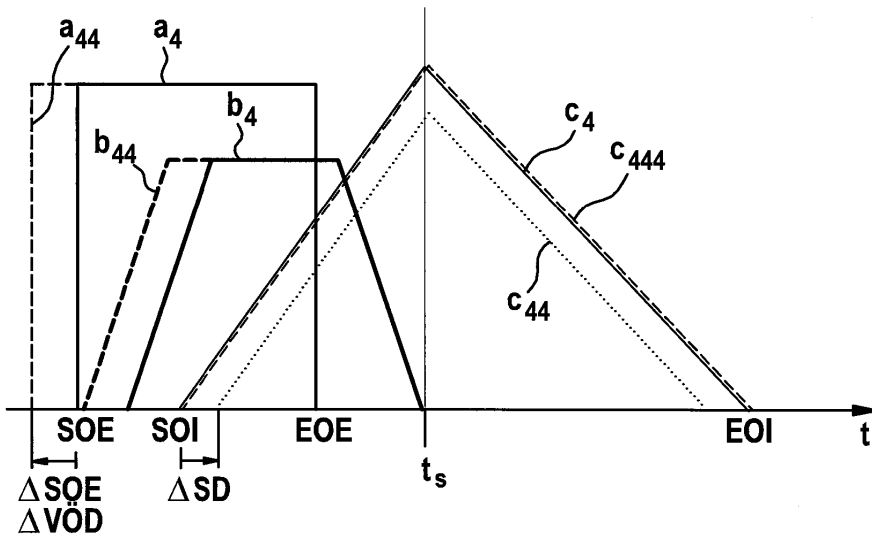
도면4



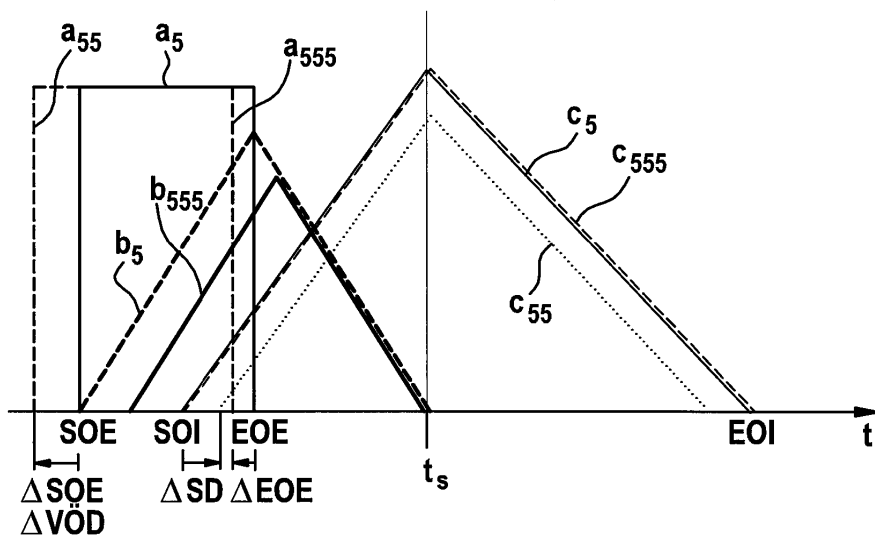
도면5



도면6



도면7



도면8

