

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
 F01L 9/04

(45) 공고일자 2005년04월18일  
 (11) 등록번호 10-0484053  
 (24) 등록일자 2005년04월11일

---

(21) 출원번호	10-2001-0081638	(65) 공개번호	10-2002-0050723
(22) 출원일자	2001년12월20일	(43) 공개일자	2002년06월27일

---

(30) 우선권주장 JP-P-2000-00388740 2000년12월21일 일본(JP)

(73) 특허권자 도요다 지도샤 가부시끼가이샤  
 일본 아이찌케 도요다시 도요다초 1반지

(72) 발명자 후와도시오  
 일본국아이치켄도요타시도요타쵸1,도요다지도샤가부시끼가이샤내

(74) 대리인 송재련  
 김양오

**심사관 : 정성찬**

---

**(54) 기관밸브의 구동제어장치**

---

**요약**

내연기관의 기관밸브(10)를 전자석(61,62)의 전자력에 의거하여 구동제어하는 기관밸브의 구동제어장치 및 방법이 제공된다. 상기 기관밸브에 가해지는 외력의 크기를 추정하고, 상기 추정되는 외력의 크기를 가미하여 상기 기관밸브의 목표작동상태가 설정된다. 그리고 상기 기관밸브의 실제 작동상태가 상기 설정되는 목표작동상태와 거의 일치하도록 이를 실제 작동상태 및 목표작동상태에 따라 상기 전자석이 통전제어된다.

**대표도**

도 1

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 배기밸브 및 그 제어장치를 나타내는 개략 구성도,

도 2는 배기밸브가 개방될 때의 상기 밸브의 목표변위나 실제 변위 및 피드백전류, 피드포워드전류 및 지령전류의 시간적 추이를 나타내는 타임챠트,

도 3은 배기밸브가 개방될 때에 있어서의 목표변위의 외력 및 경과시간에 따른 추이경향을 나타내는 그래프,

도 4는 피드포워드전류의 외력 및 경과시간에 따른 추이경향을 나타내는 그래프,

도 5는 배기밸브가 폐쇄될 때의 상기 밸브의 목표변위나 실제 변위 및 피드백전류, 피드포워드전류 및 지령전류의 시간적 추이를 나타내는 타임챠트,

도 6은 배기밸브가 폐쇄될 때에 있어서의 목표변위의 외력 및 경과시간에 따른 추이경향을 나타내는 그래프,

도 7은 벨브구동제어의 순서를 나타내는 플로우차트,

도 8은 벨브구동제어의 순서를 나타내는 플로우차트,

도 9는 피드백 이득을 설정할 때에 참조되는 맵이다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 내연기관의 기관밸브를 전자식의 전자력에 의거하여 구동제어하는 기관밸브의 구동제어장치 및 방법에 관한 것이다.

종래부터 내연기관의 흡기밸브나 배기밸브라는 기관밸브를 전자식의 전자력에 의거하여 구동 제어하도록 한 장치가 알려져 있다. 이 종류의 구동장치에 있어서는, 기관밸브의 구동에 있어서 양호한 작동 안정성을 확보하는 것에 더하여 그 구동에 따른 전력소비를 극력 억제할 것, 기관밸브가 그 변위단에 도달할 때, 즉 완전폐쇄 또는 완전개방상태가 될 때에 발생하는 소음을 억제하는 것 등이 요망된다.

따라서 일본국 특개평9-217859호 공보에 기재되는 장치에 있어서는, 기관밸브의 실제 작동상태를 검출함과 동시에, 그 실제 작동상태가 목표작동상태와 일치하도록 전자식의 전자력을 제어하도록 하고 있다. 이와 같은 제어에 의하여 전자식의 전자력은 상기한 바와 같은 각종 요구에 알맞은 크기로 제어되게 된다.

그런데, 상기 공보에 기재된 장치에 의한 바와 같이 전자식의 전자력을 제어할 때에는 예를 들면 기관밸브의 실제 변위와 목표변위 사이의 변위편차가 구해지고, 이 변위편차에 의거하여 전자력이 기관밸브의 실제 변위를 목표변위로 함에 있어서 적절한 크기가 되도록 전자식이 통전제어된다. 예를 들면 이 변위편차가 큰 경우에는 더욱 큰 전자력에 의하여 기관밸브가 개폐 구동되도록 전자식의 여자전류가 증대된다.

단, 기관밸브에는 연소실내의 내압이나 흡기압, 또는 배기압에 따른 힘 등의 외력이 작용하고 있다. 이 때문에 외력과 목표변위라는 목표작동상태와의 관계가 적절하지 않으면 전자식의 여자전류가 과도하게 증대되어 소비전력량의 증대나 그 개폐에 따른 소음의 발생을 초래하거나, 또는 필요한 기관밸브의 구동력에 대하여 전자력이 부족하여 기관밸브의 작동안정성을 확보할 수 없게 될 염려가 있다.

예를 들면 기관밸브에 가해지는 외력이 작을 때에 대응하여 상기 각종 요구에 알맞도록 목표변위를 설정하면, 기관밸브에 가해지는 외력이 클 때에는 기관밸브의 변위속도가 작아지기 때문에 실제 변위가 목표변위대로 따르지 않고, 전자식의 여자전류가 과도하게 증대된다. 그 결과 소비전력량의 증대나 그 개폐에 따른 소음의 발생을 초래하게 된다. 한편 기관밸브에 가해지는 외력이 클 때에 대응하여 상기 각종 요구에 알맞도록 목표변위를 설정하면 기관밸브에 가해지는 외력이 작을 때에는 기관밸브의 변위속도가 커지기 때문에 기관밸브의 변위를 억제하도록 전자식의 여자전류가 감소된다. 이 때문에 필요한 기관밸브의 구동력에 대하여 전자력이 부족하여 기관밸브의 작동안정성을 확보할 수 없게 될 염려가 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 기관밸브에 작용하는 외력에 관계없이 상기 벨브의 작동 안정성을 확보할 수 있고, 또한 상기 벨브를 구동하기 위한 소비전력의 증대나 상기 벨브의 개폐에 따른 소음의 발생을 억제할 수 있는 기관밸브의 구동제어장치를 제공하는 데에 있다.

상기 및/또는 다른 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제 1 측면에 의하면, 내연기관의 기관밸브를 전자식의 전자력에 의거하여 구동 제어하는 기관밸브의 구동제어장치가 제공된다. 이 장치의 제어기는 상기 기관밸브에 가해지는 외력의 크기를 추정하고, 상기 추정되는 외력의 크기를 감지하여 상기 기관밸브의 목표작동상태를 설정한다. 그리고 상기 기관밸브의 실제 작동상태가 상기 설정되는 목표작동상태와 거의 일치하도록 이들 실제 작동상태 및 목표작동상태에 따라 상기 전자식이 통전제어된다.

상기한 구성에 의하면, 기관밸브의 바람직한 개폐작동이 얻어지도록 상기 기관밸브의 목표작동상태를 상기 벨브에 작용하는 외력에 따라 적절하게 설정하는 것이 가능하게 된다. 그 때문에 기관밸브의 실제 작동상태가 상기 목표작동상태와 일치하도록 전자식을 통전제어함으로써, 기관밸브가 상기 외력에 대응한 적절한 전자력을 가지고 구동되게 된다. 따라서 필요한 기관밸브의 구동력에 대하여 전자력이 부족하여 상기 벨브의 작동안정성을 확보할 수 없게 되는 것을 억제함과 동시에, 지나친 전자력으로 기관밸브가 구동됨에 따라 전력소비량이 증대하거나 개폐시에 소음 및 진동이 발생하거나 하는 것을 억제할 수 있다.

또한 여기서 말하는 기관밸브의 작동상태란, 예를 들면 벨브의 구동속도나 변위에 의하여 나타내는 것이다.

본 발명의 하나의 적합한 형태에 의하면, 상기 제어부는 상기 실제 작동상태와 상기 목표작동상태와의 편차에 따른 전류치인 피드백전류를 산출하고, 그 산출되는 피드백전류에 의거하여 상기 전자식을 통전제어한다.

상기한 구성에 의하면 기관밸브에 작용하는 외력을 가미하여 설정된 목표작동상태에 대하여 상기 밸브의 실제 작동상태가 일치하도록 기관밸브를 구동하기 위한 전자석의 통전제어에 사용되는 피드백전류가 산출된다. 그리고 이 피드백전류에 의거하여 전자석을 통전제어함으로써, 기관밸브가 외력에 대응한 적절한 전자력을 가지고 구동되게 되기 때문에 상기 전자력의 부족이나 과잉에 따른 불편을 적화하게 억제할 수 있다.

상기한 적합한 형태에 있어서, 상기 제어부는 상기 기관밸브와 상기 전자석 사이의 에어캡이 클 때일 수록 상기 피드백전류를 산출할 때의 피드백 이득을 크게 설정하여도 좋다.

기관밸브에 작용하는 전자력은 상기 기관밸브와 전자석 사이의 에어캡의 크기에 따라 변화한다. 즉 전자석의 여자전류가 동일한 크기이더라도 에어캡이 커질 수록 기관밸브에 작용하는 전자력은 작아진다. 이 에어캡이 클 때일 수록 피드백 이득을 크게 설정하는 상기 구성에 의하면, 에어캡의 크기에 따른 적절한 크기의 전자력을 발생시킬 수 있어 보다 높은 추종성 및 수속성을 가지고 실제 작동상태를 목표작동상태로 제어할 수 있다.

본 발명의 다른 적합한 형태에 의하면, 상기 제어부는 상기 피드백전류에 더하여 상기 실제 작동상태를 상기 목표 작동상태로 하기 위한 전류치로서 피드포워드전류를 산출하고, 그 산출되는 피드포워드전류에 의거하여 상기 전자석을 통전제어하는 것으로 하였다.

상기한 구성에 의하면, 기관밸브의 실제 작동상태가 목표 작동상태와 일치하도록 전자석을 통전제어할 때, 피드포워드전류에 의거하는 피드포워드제어가 행하여지기 때문에 상기 전자석의 통전제어를 시간지연이 없는 것으로 할 수 있게 된다.

본 발명의 더욱 적합한 형태에 의하면, 상기 추정부는 비통전상태가 된 상기 전자석에 대하여 통전을 개시하기 전의 상기 기관밸브의 실제 작동상태에 의거하여 상기 외력의 크기를 추정하는 것으로 하였다.

상기 구성에 의하면, 기관밸브에 작용하는 외력을 추정하기 위하여 새로이 센서를 설치할 필요가 없어진다.

### 발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명을 내연기관의 흡기밸브 및 배기밸브의 구동제어장치에 적용하도록 한 일 실시형태에 대하여 설명한다.

본 실시형태에 있어서, 흡기밸브 및 배기밸브는 어느 것이나 전자석의 전자력에 의하여 개폐구동되는 전자구동밸브로서 구성되어 있다. 이들 흡기밸브 및 배기밸브는 구성 및 그 구동제어상태가 동일하기 때문에 이하에서는 배기밸브에 대해서만 설명한다.

도 1에 나타내는 바와 같이 배기밸브(10)는 실린더헤드(18)에 있어서 왕복운동 가능하게 지지된 밸브축(20), 이 밸브축(20)의 한쪽 끝에 설치된 밸브체(16) 및 밸브축(20)을 왕복구동하는 전자구동부(21)를 구비하고 있다. 실린더헤드(18)에는 연소실(12)로 통하는 배기포트(14)가 형성되어 있고, 또 상기 배기포트(14)의 개구근방에는 밸브자리(15)가 형성되어 있다. 밸브축(20)의 왕복운동에 따라 밸브체(16)가 밸브자리(15)에 이탈, 고정함으로써, 배기포트(14)가 개폐된다.

밸브축(20)에 있어서 밸브체(16)가 설치된 끝부와 반대측의 끝부에는 하측 리테이너(22)가 설치되어 있다. 이 하측 리테이너(22)와 실린더헤드(18) 사이에는 하측 스프링(24)이 압축상태로 배치되어 있다. 밸브체(16) 및 밸브축(20)은 이 하측 스프링(24)에 의하여 밸브폐쇄방향(도 1의 상방향)으로 가세되어 있다.

전자구동부(21)는 밸브축(20)과 동축상에 배치된 전기자축(26)을 구비하고 있다. 이 전기자축(26)의 대략 중앙부분에는 고투자율재료로 이루어지는 원판형상의 전기자(28)가 고정되고, 또 그 한쪽 끝에는 상측 리테이너(30)가 고정되어 있다. 전기자축(26)에 있어서 이 상측 리테이너(30)가 고정된 끝부와 반대측의 끝부는 밸브축(20)의 하측 리테이너(22)측의 끝부에 맞닿아져 있다.

전자구동부(21)의 케이싱(도시 생략)내에는 상측 코어(32)가 상측 리테이너(30)와 전기자(28) 사이에 위치하여 고정되어 있다. 마찬가지로 이 케이싱내에는 하측 코어(34)가 전기자(28)와 하측 리테이너(22) 사이에 위치하여 고정되어 있다. 이들 상측 코어(32) 및 하측 코어(34)는 모두 고투자율재료에 의하여 고리형상으로 형성되어 있어 그들의 각 중앙부에는 전기자축(26)이 왕복운동 가능하게 관통되어 있다.

상기 케이싱에 설치된 상측 캡(36)과 상측 리테이너(30) 사이에는 상측 스프링(38)이 압축상태로 배치되어 있다. 전기자축(26)은 상기 상측 스프링(38)에 의하여 밸브축(20)측으로 가세되어 있다. 또한 상기 전기자축(26)의 가세력에 의하여 밸브축(20) 및 밸브체(16)는 밸브 개방방향(도 1의 하방향)으로 가세되고 있다.

또 상측 캡(86)에는 변위센서(52)가 설치되어 있다. 이 변위센서(52)는 상기 센서(52)와 상측 리테이너(30) 사이의 거리에 따라 변화되는 전압신호를 출력한다. 따라서 이 전압신호에 의거하여 전기자축(26)의 변위, 바꾸어 말하면 배기밸브(10)의 변위를 검출할 수 있다.

상측 코어(32)에 있어서 전기자(28)와 대향하는 면에는 전기자축(26)의 축심을 중심으로 하는 고리형상의 홈(40)이 형성되어 있다. 또 이 홈(40)내에는 상측 코일(42)이 배치되어 있다. 이 상측 코일(42)과 상측 코어(32)에 의하여 배기밸브(10)를 폐쇄방향으로 구동하기 위한 전자석(61)이 구성되어 있다.

한편 하측 코어(34)에 있어서 전기자(28)와 대향하는 면에는 전기자축(26)의 축심을 중심으로 하는 고리형상의 흄(44)이 형성되어 있다. 또 이 흄(44)내에는 하측 코일(46)이 배치되어 있다. 이 하측 코일(46)과 하측 코어(34)에 의하여 배기밸브(10)를 개방방향으로 구동하기 위한 전자석(62)이 구성되어 있다.

이들 각 전자석(61, 62)의 코일(42, 46)은 내연기관의 각종 제어를 통괄하여 행하는 전자제어장치(50)에 의하여 통전제어된다. 이 전자제어장치(50)는 CPU나 메모리, 전자석(61, 62)의 각 코일(42, 46)에 여자전류를 공급하는 구동회로 외에, 변위센서(52)의 검출신호가 도입되는 입력회로, 이 검출신호를 A/D 변환하는 A/D 변환기(모두 도시 생략) 등을 구비하여 구성되어 있다.

도 1은 상측 코일(42) 및 하측 코일(46) 중 어느 것에도 여자전류가 공급되지 않고, 각 전자석(61, 62)에 전자력이 발생하지 않을 때의 배기밸브(10)의 상태를 나타내고 있다. 이 상태에서는 전기자(28)는 각 전자석(61, 62)의 전자력에 의하여 흡인되는 일은 없어 각 스프링(24, 38)의 가세력이 균형이 잡히는 각 코어(32, 34) 사이의 중간위치에서 정지하고 있다. 또 이 상태에서는 밸브체(16)는 밸브자리(15)로부터 이간되어 있고, 배기포트(14)는 반개방상태로 되어 있다. 이하 이 배기밸브(10)의 상태를 중립위치라 한다.

다음에 각 코일(42, 46)의 통전제어를 통하여 구동되는 배기밸브(10)의 동작형태에 대하여 설명한다.

배기밸브(10)를 개폐구동할 때에는 그 개폐구동에 앞서 상기 중립위치에 있는 배기밸브(10)를 그 변위끝인 완전 폐쇄위치로까지 변위시키고, 상기 위치에서 정지시키기 위한 초기 구동처리가 실행된다. 이 초기 구동처리에 있어서는 각 코일(42, 46)에 전자제어장치(50)의 구동회로로부터 여자전류가 소정주기를 가지고 교대로 공급된다. 이와 같은 통전제어를 통하여 전기자(28), 전기자축(26) 및 밸브축(20) 등은 각 스프링(24, 38)의 가세력과 각 전자석(61, 62)에 있어서 교대로 발생하는 전자력과의 협동에 의하여 강제 진동하게 된다. 그리고 이 전기자(28)의 진동진폭이 서서히 증대하여 상기 전기자(28)가 상측 코어(32)에 맞닿게 되면 그 맞닿음의 타이밍에 맞추어 하측 코일(46)의 통전이 정지됨과 동시에 상측 코일(42)에는 일정한 여자전류가 연속적으로 공급되게 된다. 그 결과 전기자(28)는 전자석(62)에 발생하는 전자력에 의하여 상측 코어(32)에 흡착되어 상기 코어(32)에 맞닿은 상태에서 정지하게 된다. 따라서 배기밸브(10)는 완전 폐쇄위치에 유지되고, 그 후에 개폐구동이 가능한 초기 상태가 된다.

그리고 이와 같은 완전 폐쇄위치에 있는 배기밸브(10)를 내연기관의 운전에 동기시켜 개폐구동할 때에는 피드포워드전류성분(이하, 「FF 전류 If」라 함)과 피드백전류성분(이하, 「FB 전류 Ib」라 함)의 합으로서 설정되는 여자전류(이하, 「지령전류 I」라 함)가 전자제어장치(50)의 구동회로로부터 각 전자석(61, 62)의 코일(42, 46)에 선택적으로 공급된다.

여기서 배기밸브(10)를 개폐구동할 때의 구동력은 기본적으로는 각 스프링(24, 38)의 부세력이나 밸브체(16), 밸브축(20), 전기자(28), 전기자축(26) 등등의 질량에 의하여 결정되나, 그 밖에 전기자축(26)과 각 코어(32, 34) 사이나 밸브축(20)과 실린더헤드(18) 사이 등, 각 슬라이딩부에 있어서의 마찰저항의 크기에 의해서도 변화된다. 또 밸브체(16)에는 연소실(12)이나 배기포트(14)의 내압에 의거하는 외력이 작용하기 때문에 배기밸브(10)의 구동력은 이 외력의 영향을 받아 변화한다.

따라서 배기밸브(10)의 작동안정성을 확보하기 위해서는 이와 같은 각 슬라이딩부의 마찰저항의 크기나 연소실(12) 등의 내압에 의거하는 외력의 크기가 반영된 형태로 각 전자석(61, 62)의 전자력, 바꾸어 말하면 각 코일(42, 46)에 공급되는 여자전류의 크기를 설정할 필요가 있다.

특히, 각 슬라이딩부의 마찰저항의 크기는, 기관부하에 상관없이 대략 일정하다고 간주할 수 있는 테에 대하여, 연소실(12) 등의 내압에 의거하는 외력의 크기는 상기 기관부하에 따라 크게 변화된다. 따라서 기관부하가 커지면 연소압이 고압이 되기 때문에 배기밸브(10)가 개방될 때의 연소실(12)의 내압이나 배기포트(14)의 배기압도 그것에 따라 높아지고, 그들 압력에 의거하는 외력의 크기도 커지는 경향이 있다. 따라서 이 외력의 크기를 고려하는 일 없이 상기 여자전류를 설정하도록 하면 배기밸브(10)를 구동하기 위한 전자력이 부족하여 그 작동안정성이 확보되지 않게 되거나, 지나친 전자력으로 배기밸브(10)가 구동됨으로써, 전력소비량의 증대나, 그 개폐에 따른 소음[전기자(28)와 각 코어(32, 34)의 맞닿음소리나, 밸브체(16)와 밸브자리(15)의 충돌음 등] 및 진동의 발생을 초래하게 된다.

따라서 본 실시형태에서는 이와 같은 마찰저항이나 연소실(12)의 내압 등에 의거하는 외력의 크기를 감안하여 상기 FF 전류(If) 및 FB 전류(Ib)를 적절하게 설정함으로써 배기밸브(10)의 작동안정성을 확보하면서 전력소비량의 증대나 그 개폐에 따른 소음 및 진동의 발생을 억제하도록 하고 있다.

다음으로 배기밸브(10)의 구동제어상태의 개요에 대하여 도 2 및 도 5의 타임 차트를 참조하여 상기 밸브(10)를 개방하는 경우(도 2)와 폐쇄하는 경우(도 5)로 따로따로 설명한다.

도 2에 있어서, (a)는 배기밸브(10)를 개방할 때의 상기 밸브(10)의 목표변위 (Xt) 및 실제 변위(X)의 시간경과에 따른 추이를 나타내는 것으로, (b), (c) 및 (d)는 FB 전류(Ib), FF 전류(If) 및 지령전류(I)의 시간경과에 따른 추이를 나타내는 것이다.

상기 도면에 표시되는 타이밍(t0 내지 t1)의 기간에 있어서는 FF 전류(If)의 크기가 전기자(28)를 상측 코어(32)에 흡착한 채로 정지시킬 수 있는 값[유지전류(If2)]으로 설정됨과 동시에, FB 전류(Ib)가 「0」으로 설정된다. 그 때문에 상측 코일(42)에 대하여 공급되는 지령전류(I)가 유지전류(If2)가 되어, 배기밸브(10)는 완전 폐쇄위치에 유지된 상태가 된다.

이와 같은 상태로부터 배기밸브(10)를 개방시킬 때에는 먼저 FF 전류(If)가 「0」이 됨으로써 상측 코일(42)에 대한 지령전류(I)의 공급이 정지되어 [타이밍(t1)], 배기밸브(10)의 완전 폐쇄상태에서의 고정이 해제된다. 이 고정해제의 직후에

는 지령전류(I)가 「0」이므로 배기밸브(10)의 가동부는 상축 스프링(38)의 가세력에 의거하여 완전 개방측으로 변위하게 된다. 그리고 전기자(28)와 하축 코어(34)의 거리인 에어캡(G)이 소정치(G1)에 도달하기까지의 기간[타이밍(t1 내지 t2)]에 있어서는 FF 전류(If) 및 FB 전류(Ib)가 모두 「0」인 채로 유지된다.

전자제어장치(50)는 배기밸브(10)의 완전 폐쇄상태에서의 고정이 해제되었을 때[타이밍(t1)]로부터 시간( $\Delta t$ )이 경과한 시점에서의 배기밸브(10)의 실제 변위(X)(실선)에 의거하여 상기 밸브(10)에 작용하는 외력의 크기를 추정한다. 또한 상기 시간( $\Delta t$ )은 상기 실제 변위(X)에 의거하는 외력의 추정이 타이밍(t1 내지 t2) 사이에서 완료할 수 있는 값으로 설정된다. 그리고 시간( $\Delta t$ )이 경과한 시점에서의 실제 변위(X)가 완전 폐쇄측의 값이 될 수록 배기밸브(10)의 개방에 저항하여 작용하는 외력이 크다고 추정되게 된다.

그리고 전자제어장치(50)는 상기 추정된 외력 및 배기밸브(10)의 완전 폐쇄상태에서의 고정이 해제되었을 때로부터의 경과시간(T)에 의거하여 FF 전류(If)를 산출함과 동시에, 배기밸브(10)의 목표변위(Xt)(일점쇄선)를 산출한다. 여기서 이와 같이 하여 산출된 목표변위(Xt)에 있어서의 상기 외력 및 경과시간(T)의 변화에 대한 추이경향을 도 3에 나타낸다. 상기 도면으로부터 분명한 바와 같이 목표변위(Xt)는 외력이 커질 수록 완전 폐쇄위치로부터 완전 개방위치에 도달하기까지의 시간이 길어지는 추이경향을 취하게 된다.

이 목표변위(Xt)에 대하여 배기밸브(10)의 실제 변위(X)(실선)가 일치하도록 FB 전류(Ib)가 산출된다. 이 FB 전류(Ib) 및 상기 FF 전류(If)는 상기 외력을 가미한 것으로서 설정되게 된다.

즉 FF 전류(If)는 상기 추정되는 외력 및 경과시간(T)에 의거하여 산출되고, 상기 외력에 따라 가변으로 되는 목표변위(Xt)에 실제 변위(X)를 도달시키기 위한 전류치로서 설정된다. 여기서 이와 같이 하여 산출된 FF 전류(If)에 있어서의 상기 외력 및 경과시간(T)의 변화에 대한 추이경향을 도 4에 나타낸다. 상기 도면으로부터 분명한 바와 같이 FF 전류(If)는 외력이 커질 수록 「0」이상이 되는 타이밍이 빨라짐과 동시에 그 때의 크기도 커진다.

또 FB 전류(Ib)는 상기 에어캡(G)이 소정치(G1)에 도달하면[도 2의 타이밍(t2)], 그 이후는 상기 외력에 따라 가변으로 되는 목표변위(Xt)와 실제 변위(X)와의 변위편차( $\Delta X$ )를 작게 하기 위한 전류치로서 상기 편차( $\Delta X$ )에 의거하여 산출되게 된다. 따라서 타이밍(t2)으로부터 FF 전류(If)가 「0」이상이 될 때[타이밍(t3)]까지의 기간은 지령전류(I)가 FB 전류(Ib)와 같아져 하축 코일(46)에 대한 통전제어로서 FB 전류(Ib)에 의거하는 피드백제어만이 실행된다.

또한 경과시간(T)이 FF 전류(If)가 「0」이상이 되는 시간에 도달하면[타이밍(t3)], FF 전류(If)가 상기 경과시간(T) 및 상기 추정되는 외력에 따른 값으로서 산출되게 된다. 따라서 지령전류(I)는 FF 전류(If)와 FB 전류(Ib)의 합으로서 산출되게 되고, 이 FF 전류(If)에 의거하는 피드포워드제어가 하축 코일(46)에 대한 통전제어로서 상기 피드백제어와 아울러 실행된다.

그리고 배기밸브(10)의 실제 변위(X)가 완전 개방위치에 도달하면[타이밍(t4)], 변위편차( $\Delta X$ )가 「0」이 되기 때문에 FB 전류(Ib)는 「0」으로서 산출된다. 또 이 때에는 FF 전류(If)가 유지전류(If2)와 동일하게 설정되고, 이에 의하여 배기밸브(10)가 완전 개방위치에 유지되게 된다.

도 5에 있어서, (a)는 배기밸브(10)를 폐쇄할 때의 상기 밸브(10)의 목표변위(Xt) 및 실제 변위(X)의 시간경과의 추이를 나타내는 것으로, (b), (c) 및 (d)는 FB 전류(Ib), FF 전류(If) 및 지령전류(I)의 시간경과에 따른 추이를 나타내는 것이다.

상기 도면에 나타내는 타이밍(t5 내지 t6)의 기간에 있어서는 FF 전류(If)가 유지전류(If2)와 동일하게 설정됨과 동시에, FB 전류(Ib)가 「0」으로 설정된다.

이 때문에 하축 코일(46)에 대하여 공급되는 지령전류(I)가 유지전류(If2)가 되어 배기밸브(10)는 완전 개방위치에 유지된 상태가 된다.

이와 같은 상태로부터 배기밸브(10)를 폐쇄시킬 때에는 먼저 FF 전류(If)가 「0」이 됨으로써 하축 코일(46)에 대한 지령전류(I)의 공급이 정지되고[타이밍(t6)], 배기밸브(10)의 완전 개방상태에서의 고정이 해제된다. 이 고정해제의 직후에서 지령전류(I)가 「0」이기 때문에 배기밸브(10)의 가동부는 하축 스프링(24)의 가세력에 의거하여 완전 폐쇄측으로 변위하게 된다. 그리고 전기자(28)와 상축 코어(32)의 거리인 에어캡(G)이 소정치(G1)에 도달하기까지의 기간[타이밍(t6 내지 t7)]에 있어서는 FF 전류(If) 및 FB 전류(Ib)가 모두 「0」인 채로 유지된다.

전자제어장치(50)는 배기밸브(10)의 완전 개방상태에서의 고정이 해제되었을 때[타이밍(t6)]로부터 시간( $\Delta t$ )이 경과한 시점에서의 배기밸브(10)의 실제 변위(X)(실선)에 의거하여 상기 밸브(10)에 작용하는 외력의 크기를 추정한다. 또한 상기 시간( $\Delta t$ )은 상기 실제 변위(X)에 의거하는 외력의 추정이 타이밍(t6 내지 t7) 사이에서 완료할 수 있는 값으로 설정된다. 그리고 시간( $\Delta t$ )이 경과한 시점에서의 실제 변위(X)가 완전 개방측의 값이 될 수록 배기밸브(10)의 폐쇄에 저항하여 작용하는 외력이 크다고 추정되게 된다.

그리고 전자제어장치(50)는 상기 추정된 외력 및 배기밸브(10)의 완전 개방상태에서의 고정이 해제되었을 때 t6으로부터의 경과시간(T)에 의거하여 FF 전류(If)를 산출함과 동시에, 배기밸브(10)의 목표변위(Xt)(일점쇄선)를 산출한다. 여기서 이와 같이 하여 산출된 목표변위(Xt)에 있어서의 상기 외력 및 경과시간(T)의 변화에 대한 추이경향을 도 6에 나타낸다. 상기 도면으로부터 분명한 바와 같이 목표변위(Xt)는 외력이 커질수록 완전 개방위치로부터 완전 폐쇄위치에 도달하기까지의 시간이 길어지는 추이경향을 취하게 된다.

이 목표변위(Xt)에 대하여 배기밸브(10)의 실제 변위(X)(실선)가 일치하도록 FF 전류(If) 및 FB 전류(Ib)가 산출된다. 이 FB 전류(Ib) 및 상기 FF 전류(If)는 상기 외력을 가미한 것으로서 설정되게 된다.

즉, FF 전류(If)는 상기 추정되는 외력 및 경과시간(T)에 의거하여 산출되고, 상기 외력에 따라서 가변이 되는 목표변위(Xt)에 실제 변위(X)를 도달시키기 위한 전류치로서 설정된다. 이와 같이 하여 산출된 FF 전류(If)의 경과시간(T)에 대한 추이경향도 도 4에 나타내는 바와 같은 것이 된다.

또 FB 전류(Ib)는 상기 에어캡(G)이 소정치(G1)에 도달하면 [도 5의 타이밍(t 7)], 그 이후는 상기 외력에 따라 가변이 되는 목표변위(Xt)와 실제 변위(X)와의 변위편차( $\Delta X$ )를 작게 하기 위한 전류치로서 상기 편차( $\Delta X$ )에 의거하여 산출되게 된다. 따라서 타이밍(t 7)으로부터 FF 전류(If)가 「O」 이상이 될 때 [타이밍(t 8)]까지의 기간은 지령전류(I)가 FB 전류(Ib)와 같아지고, 상측 코일(42)에 대한 통전제어로서 FB 전류(Ib)에 의거하는 피드백제어만이 실행된다.

또한 경과시간(T)이 FF 전류(If)가 「O」 이상으로 되는 시간에 도달하면 [타이밍(t 8)], FF 전류(If)가 상기 경과시간(T) 및 상기 추정되는 외력에 따른 값으로서 산출되게 된다. 따라서 지령전류(I)는 FF 전류(If)와 FB 전류(Ib)의 합으로서 산출되게 되고, 이 FF 전류(If)에 의거하는 피드포워드제어가 상측 코일(42)에 대한 통전제어로서 상기 피드백제어와 아울러 실행된다.

그리고 배기밸브(10)의 실제 변위(X)가 완전 폐쇄위치에 도달하면 [타이밍(t 9)], 변위편차( $\Delta X$ )가 「O」 이 되기 때문에 FB 전류(Ib)는 「O」으로서 산출된다. 또 이 때에는 FF 전류(If)가 유지전류(If2)와 동일하게 설정되고, 이에 의하여 배기밸브(10)가 완전 폐쇄위치에 유지되게 된다.

다음으로 배기밸브(10)를 구동제어하는 순서에 대하여 도 7 및 도 8의 플로우차트를 참조하여 설명한다. 또한 이 플로우차트에 나타내는 일련의 처리는 전자제어장치(50)에 의하여 소정의 시간주기를 가지고 반복하여 실행된다.

이 일련의 처리에서는, 먼저 배기밸브(10)의 완전 폐쇄 또는 완전 개방상태에서의 고정이 해제된 직후인지의 여부가 판단되어(도 7의 S101), 궁정판정이면 상기 고정이 해제된 시점으로부터의 경과시간(T)을 계측하기 위한 타이머가 리셋된다(S102). 계속해서 경과시간(T)이 상기한 시간( $\Delta t$ )인지의 여부가 판단되어(S103) 궁정판정이면 「 $T = \Delta t$ 」가 된 시점에서의 배기밸브(10)의 실제 변위(X)에 의거하여 상기 밸브(10)의 작동에 저항하여 작용하는 외력의 크기가 추정된다(S104).

또한 경과시간(T)이 시간( $\Delta t$ )보다도 큰지의 여부가 판단되어(도 8의 S105) 궁정판정이면 상기 추정된 외력 및 경과시간(T)에 의거하여 FF 전류(If)가 산출된다(S106). 이와 같이 하여 산출되는 FF 전류(If)는, 외력 및 경과시간(T)에 따라 도 4에 나타내는 바와 같이 추이하기 때문에 분명한 바와 같이, 상기 외력이 커질 수록 큰 값이 되어 상기 외력에 의한 영향을 보상하는 데 적합한 크기로 설정되게 된다.

한편 앞서의 단계(S105)처리에서 부정판정이 되었을 경우에는 경과시간(T)이 시간( $\Delta t$ )이하라고 판단되어 FF 전류(If)가 「O」으로서 산출된다(S107).

계속해서 전기자(28)와 각 전자석(61, 62)의 에어캡(G)이 소정치(G1) 이하인 지의 여부가 판단된다(S108). 이 에어캡(G)은 상측 코어(32)와 하측 코어(34) 중 전기자(28)의 이동방향측에 있는 코어와 상기 전기자(28)와의 거리를 나타내는 것이다. 즉 이 에어캡(G)은 배기밸브(10)를 개방시킬 때에 있어서는 전기자(28)와 하측 코어(34) 사이의 거리에 상당하고, 배기밸브(10)를 폐쇄시킬 때에 있어서는 전기자(28)와 상측 코어(32) 사이의 거리에 상당한다.

상기 단계(S108)의 판단은, 에어캡(G)의 크기에 따라 상기 FB 전류(Ib)에 의거하는 피드백제어를 개시하는지의 여부를 판단하기 위한 것이다. 여기서 이와 같이 피드백제어의 개시를 에어캡(G)의 크기에 의거하여 판단하는 것은 다음의 이유에 의한다.

즉, 각 전자석(61, 62)에 공급되는 여자전류가 동일한 경우에도 에어캡(G)이 커질 수록 전기자(28)에 작용하는 전자력의 크기는 작아진다. 바꾸어 말하면 에어캡(G)이 커질 수록 각 전자석(61, 62)에 공급되는 전기적 에너지 중, 전기자(28)의 흡인구동에 기여하지 않고 쓸데 없이 소비되는 것의 비율이 많아지는 경향이 있다. 따라서 이 일련의 처리에 있어서는 에어캡(G)이 소정치(G1) 이하라고 판단되는 경우에만 상기 변위편차( $\Delta X$ )에 따른 FB 전류(Ib)에 의거한 피드백제어를 실행하는 한편, 에어캡(G)이 소정치(G1)보다도 크고, 각 전자석(61, 62)에 의해 전기자(28)를 흡인구동할 때의 전기적 효율이 낮다고 판단되는 경우에는 FB 전류(Ib)를 「O」으로 설정함으로써 피드백제어를 실질적으로 정지하고, 전력소비량의 증대를 극력 억제하도록 하고 있다.

그리고 단계(S108)의 처리에서 궁정판정이 이루어진 경우에는 상기 추정된 외력 및 경과시간(T)에 의거하여 목표변위(Xt)가 산출된다(S109). 이와 같이 하여 산출되는 목표변위(Xt)는 배기밸브(10)의 개방시이면 외력 및 경과시간(T)에 따라 도 3에 나타내는 바와 같이 추이하고, 배기밸브(10)의 폐쇄시이면 외력 및 경과시간(T)에 따라 도 6에 나타내는 바와 같이 추이한다.

그 후 이하의 수학식(1)에 따라 상기 변위편차( $\Delta X$ )가 산출된다(S110)

$$\Delta X = Xt - X$$

그리고 이 변위편차( $\Delta X$ )에 의거하여 이하의 연산식(2)으로부터 FB 전류(Ib)가 산출된다(S111).

**수학식 2**  
 $Ib = K \cdot \Delta X$

상기 연산식(2)에 있어서 「K」는 피드백 이득이고, 본 실시형태에서는 일정한 값으로 설정되어 있다.

여기서 변위편차( $\Delta X$ )의 산출에 사용되는 목표변위( $X_t$ )는 배기밸브(10)에 작용하는 상기 밸브(10)의 작동에 저항한 외력이 커질 수록 배기밸브(10)의 변위가 완만하게 행하지는 값이 되도록 산출된다. 따라서 FB 전류( $Ib$ )는 상기 외력의 영향을 보상하는 데 적합한 크기의 전류치로서 설정되게 된다.

한편 앞서의 단계(S107)의 처리에서 부정판정이 이루어진 경우에는 FB 전류 ( $Ib$ )가 「0」으로서 설정된다(S112).

이와 같이 하여 단계(S111), 또는 단계(S112)에 있어서 FB 전류( $Ib$ )가 구해진 후, 다음식(3)에 의거하여 각 전자석(61, 62)을 통전제어하기 위한 최종적인 지령전류( $I$ )가 산출된다(S113).

**수학식 3**  
 $I = Ib + If$

그리고 이 지령전류( $I$ )에 의거하여 각 전자석(61, 62)이 통전제어된다 (S114). 즉 배기밸브(10)를 개방 구동할 때에는 하측 코일(46)에 대하여 지령전류 ( $I$ )가 공급되고, 상기 밸브(10)를 폐쇄 구동할 때에는 상측 코일(42)에 대하여 지령전류( $I$ )가 공급된다. 이와 같이 각 전자석(61, 62)의 통전제어를 통하여 이를 각 전자석(61, 62)의 전자력의 크기를 제어한 후, 이 일련의 처리는 일단 종료된다.

또한 배기밸브(10)의 구성 및 그 구동제어상태에 대하여 상세하게 설명하였으나, 흡기밸브에 대해서도 그 구성 및 구동제어상태는 이 배기밸브(10)의 경우와 동일하다.

이상 상세하게 설명한 본 실시형태에 의하면, 이하에 나타내는 효과가 얻어지게 된다.

(1) 흡기밸브나 배기밸브(10) 등, 기관밸브의 목표변위( $X_t$ )는 상기 밸브에 작용하는 외력이 커질 수록 상기 밸브를 완만하게 작동시키는 값이 되도록 설정된다. 그 때문에 기관밸브의 실제 변위( $X$ )가 목표변위( $X_t$ )와 일치하도록 그들의 변위편차( $\Delta X$ )에 따라 산출되는 FB 전류( $Ib$ )는 상기 외력의 영향을 보상함에 있어서 최적의 크기의 값으로서 설정되게 된다. 그리고 이 FB 전류( $Ib$ ) 등으로부터 산출되는 지령전류( $I$ )에 의거하여 전자석(61, 62)을 통전제어함으로써 기관밸브가 상기 외력에 대응한 적절한 전자력을 가지고 구동되게 된다. 따라서 필요한 기관밸브의 구동력에 대하여 전자력이 부족하여 상기 밸브의 작동안정성을 확보할 수 없게 되는 것을 억제함과 동시에, 지나친 전자력으로 기관밸브가 구동됨에 따라 전력소비가 증대하거나 개폐시에 소음 및 진동이 발생하거나 하는 것을 억제할 수 있다.

(2) 기관밸브를 개폐시키기 위한 전자석(61, 62)의 통전제어에서는 상기 외력 및 경과시간( $T$ )에 의거하여 상기 밸브의 실제 변위( $X$ )를 목표변위( $X_t$ )로 하기 위한 전류치로서 FF 전류( $If$ )가 설정되고, 이 FF 전류( $If$ ) 등으로부터 산출되는 지령전류 ( $I$ )에 의거하여 상기 통전제어가 행하여진다. 이와 같이 기관밸브를 개폐시키기 위한 전자석(61, 62)의 통전제어로서, FF 전류( $If$ )에 의거하는 피드포워드제어가 행하여지기 때문에 상기 통전제어를 시간지연이 없는 것으로 할 수 있다.

(3) 기관밸브에 작용하는 외력은, 유지전류( $If2$ )와 동일한 값으로 되어 있는 지령전류( $I$ )가 「0」이 될 때 [도 2, 도 5의 타이밍( $t1, t6$ )]를 기준으로 시간( $\Delta t$ )이 경과하였을 때의 기관밸브의 실제 변위( $X$ )에 의거하여 추정된다. 이 시간( $\Delta t$ )은 상기한 바와 같이 「0」이 된 지령전류( $I$ )가 다시 「0」보다도 커지는 시점[타이밍( $t3$ )], 즉 에어캡( $G$ )이 소정치( $G1$ )보다도 커져 FB 전류( $Ib$ )에 의거하는 피드백제어가 개시되는 시점보다도 전에 경과할 수 있는 값이다. 그 때문에 상기 외력의 추정은 유지전류( $If2$ )가 공급된 상태에 있는 전자석이 비통전상태가 되고 나서 다시 통전상태로 되기 전에 있어서, 상기 시간( $\Delta t$ )이 경과한 시점에서의 기관밸브의 실제 변위( $X$ )에 의거하여 추정되게 된다. 이 때의 실제 변위( $X$ )는 전자석에 의한 전자력의 영향을 받고 있지 않기 때문에 기관밸브에 작용하는 외력에 대응한 것으로서 적확한 값을 취하게 된다. 따라서 기관밸브에 작용하는 외력을 추정하기 위하여 새로이 센서를 설치하지 않아도 상기 실제 변위( $X$ )에 의거하여 상기 외력을 적확하게 추정할 수 있다.

또한 본 실시형태는 예를 들면 아래와 같이 변경할 수도 있다.

·변위편차( $\Delta X$ )에 의거하여 FB 전류( $Ib$ )를 산출할 때의 피드백 이득( $K$ )을 예를 들면 도 9에 나타내는 맵을 참조하여 에어캡( $G$ ) 및 변위편차( $\Delta X$ )의 각각의 크기에 따라 가변 설정하여도 좋다. 이 경우 피드백 이득( $K$ )은 에어캡( $G$ ) 및 변위편차( $\Delta X$ )에 따라 정해지는 도 9의 각 영역(A, B, C, D)에 대응하여 각 소정치( $K0, K1, K2, K3$ ) 중 어느 하나에 설정된다. 또한 이들 각 소정정치( $K0, K1, K2, K3$ )는 이하의 식(4)에 의거한 관계가 미리 설정되어 있다.

## 수학식 4

$$K0 < K1 < K2 < K3$$

$(K0 = 0)$  .

피드백 이득( $K$ )은 상기한 바와 같이 가변 설정됨으로써 변위편차( $\Delta X$ )가 아주 작을 때에는 「O」으로 설정되고, 변위편차( $\Delta X$ )가 어느 정도 클 때에는 에어캡( $G$ )이 커짐에 따라 단계적으로 커진다. 이와 같이 에어캡( $G$ )이 커짐에 따라 피드백 이득( $K$ )을 크게 하는 것은 에어캡( $G$ )이 클 때일 수록 소정의 지령전류( $I$ )를 전자석에 공급하였을 때에 기관밸브에 작용하는 전자력이 작아지기 때문이다. 즉 기관밸브에 작용하는 전자력은 가령 전자석에 대하여 일정한 지령전류( $I$ )를 공급하였다 하더라도 에어캡( $G$ )이 커짐에 따라 작아진다. 따라서 상기한 바와 같이 에어캡( $G$ )이 커질 수록 피드백 이득( $K$ )을 크게 함으로써 상기 이득( $K$ )은 에어캡( $G$ )의 크기에 따른 적절한 크기의 전자력을 발생시키는 것이 가능한 값이 된다. 그 때문에 기관밸브의 실제 변위( $X$ )를 높은 추종성 및 수속성을 가지고 목표변위( $X_t$ )로 제어할 수 있게 된다. 또 상기한 바와 같이 피드백 이득( $K$ )을 가변으로 함으로써 전자석에는 에어캡( $G$ )에 대응한 필요하게 되는 만큼의 지령전류( $I$ )만이 공급되게 되어 전자석에의 지나친 전류공급에 기인하여 변위센서(52)에 센서노이즈 등의 악영향이 생기는 것을 억제할 수도 있다.

·상기 피드백 이득( $K$ )을 가변 설정하는 경우의 설정형태는 임의로 선택할 수 있다. 예를 들면 에어캡( $G$ )에만 의거하여 이 피드백 이득( $K$ )을 상기 에어캡( $G$ )이 커질 수록 단계적으로 크게 설정하도록 하여도 좋다. 또 맵연산에 의하지 않고 예를 들면 다음과 같은 관계식(5)를 사용하여 피드백 이득( $K$ )을 에어캡( $G$ )에 따라 연속적으로 변화하도록 설정할 수도 있다.

·본 실시형태에서는 각 전자석(61, 62)을 통전제어할 때의 지령전류( $I$ )를 FB 전류( $I_b$ ) 및 FF 전류( $I_f$ )에 의거하여 설정함으로써 피드백제어 및 피드포워드제어의 양쪽을 실행하도록 하였으나, 예를 들면 FB 전류( $I_b$ )에만 의거하여 각 전자석(61, 62)을 통전제어하는 등, 피드백제어만을 실행하도록 하여도 좋다.

## 수학식 5

$$K = K_a \cdot G + K_b$$

$G$  : 에어캡

$K_a, K_b$  : 정수

·본 실시형태에서는 변위편차( $\Delta X$ )에 의거하여 FB 전류( $I_b$ )를 산출할 때, PID 제어의 P항(비례항)만을 산출하도록 하였으나, 이것에 아울러 I항(적분항)이나 D항(미분항)을 산출하도록 하여도 좋다.

·본 실시형태에서는 유지전류( $I_f2$ )와 동일한 값이 된 상태에서의 지령전류( $I$ )가 「O」이 되었을 때로부터 시간( $\Delta t$ )이 경과한 시점에서의 기관밸브의 실제 변위( $X$ )에 의거하여 상기 밸브에 작용하는 외력의 크기를 추정하였으나, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면 연소실(12)내의 압력이나 흡기포트 및 배기포트내의 압력에 의거하여 기관밸브에 작용하는 외력의 크기를 추정하는 것도 생각할 수 있다. 구체적으로는 연소실(12)내의 압력을 검출하는 통내압 센서와 흡기포트내의 압력을 검출하는 흡기포트압 센서를 설치하고, 통내압 센서에 의하여 검출되는 연소실(12)내의 압력과 흡기포트압 센서에 의하여 검출되는 흡기포트내의 압력과의 압력차에 의거하여 흡기밸브에 작용하는 외력의 크기를 추정하는 것도 생각할 수 있다. 또 연소실(12)내의 압력을 검출하는 통내압 센서와 배기포트내의 압력을 검출하는 배기포트압 센서를 설치하고, 통내압 센서에 의하여 검출되는 연소실(12)내의 압력과 배기포트압 센서에 의하여 검출되는 배기포트내의 압력과의 압력차에 의거하여 배기밸브에 작용하는 외력의 크기를 추정하는 것도 생각할 수 있다.

또한 기관밸브에 작용하는 외력의 크기는 상기한 바와 같이 기관부하에 따라 변화한다. 따라서 엑셀러레이터 개방도를 검출하는 엑셀러레이터 개방도 센서의 출력과 엔진회전수를 검출하는 엔진회전수 센서의 출력에 의거하여 기관부하를 구함과 동시에 이 구해진 기관부하에 의거하여 기관밸브에 작용하는 외력의 크기를 추정하도록 하여도 좋다. 또 엑셀러레이터 개방도 센서의 출력을 대신하여 스스로를 개방도를 검출하는 스스로 개방도 센서의 출력을 사용하여, 또는 내연기관의 흡입 공기량을 검출하는 흡입공기량 센서의 출력을 사용하여 기관부하를 구하도록 하여도 좋다.

아울러 기관밸브에 작용하는 외력의 크기는 기관밸브를 개폐하는 밸브타이밍에 의해서도 변화한다. 따라서 기관부하에 의거하여 추정된 기관밸브에 작용하는 외력의 크기를 밸브타이밍에 의하여 보정하도록 하여도 좋다.

### 발명의 효과

본 발명에 의하면 내연기관의 기관밸브(10)를 전자석(61, 62)의 전자력에 의거하여 구동제어하는 기관밸브의 구동제어장치 및 방법이 제공된다. 상기 기관밸브에 가해지는 외력의 크기를 추정하고, 상기 추정되는 외력의 크기를 가미하여 상기 기관밸브의 목표작동상태가 설정된다. 그리고 상기 기관밸브의 실제 작동상태가 상기 설정되는 목표작동상태와 거의 일치하도록 이들 실제 작동상태 및 목표작동상태에 따라 상기 전자석이 통전제어된다.

(57) 청구의 범위

## 청구항 1.

내연기관의 기관밸브(10)를 적어도 하나의 전자석(61, 62)의 전자력에 의거하여 구동제어하는 기관밸브의 구동제어장치에 있어서,

상기 기관밸브에 가해지는 외력의 크기를 추정하는 추정수단과;

상기 추정되는 외력에 의거하여 목표변위가 산출되고, 상기 목표변위와 실제변위의 차인 변위편차에 따라 목표작동상태를 설정하는 설정수단과;

상기 기관밸브의 실제 작동상태가 상기 설정수단에 의해 설정되는 목표 작동상태와 거의 일치하도록 이들 실제 작동상태 및 목표 작동상태에 따라 상기 전자석을 통전제어하는 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 제어수단은 상기 실제 작동상태와 상기 목표 작동상태와의 편차에 따른 전류치인 피드백전류를 산출하고, 그 산출되는 피드백전류에 의거하여 상기 전자석을 통전제어하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

## 청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 제어수단은 상기 기관밸브와 상기 전자석과의 사이의 에어캡이 클 때일 수록 상기 피드백전류를 산출할 때의 피드백이득을 크게 설정하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

## 청구항 4.

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 제어수단은 상기 피드백전류에 더하여 상기 실제 작동상태를 상기 목표작동상태로 하기 위한 전류치로서 피드포워드전류를 산출하고, 그 산출되는 피드포워드전류와 피드백전류에 의거하여 상기 전자석을 통전제어하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

## 청구항 5.

제 4항에 있어서,

상기 기관밸브의 이동에 저항하여 작용하는 외력이 클 수록 상기 피드포워드전류의 통전개시 타이밍이 빨라지고, 피드포워드전류의 전류치가 커지는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

## 청구항 6.

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추정수단은 상기 전자석이 비통전상태에 있을 때에 검지한 상기 기관밸브의 실제 작동상태에 의거하여 상기 외력의 크기를 추정하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

## 청구항 7.

제 6항에 있어서,

상기 기관밸브가 완전 폐쇄상태 또는 완전 개방상태로부터 고정 해제되고 나서 소정시간내에 검지된 기관밸브의 실제 구동상태에 의거하여 상기 추정수단은 상기 외력의 크기를 추정하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

**청구항 8.**

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관밸브와 밸브이동방향의 전자석과의 에어캡이 소정치 이하인 경우에 상기 제어수단이 상기 전자석에의 통전을 개시하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

**청구항 9.**

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어수단은 상기 기관밸브의 작동에 저항하여 작용하는 외력이 클 수록 상기 기관밸브가 완전 폐쇄상태와 완전 개방상태의 한쪽으로부터 다른쪽으로 이동하는 데 요하는 시간이 증가하도록 상기 전자석을 통전제어하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

**청구항 10.**

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 목표 작동상태는 상기 기관밸브의 목표변위이고, 상기 실제 작동상태는 상기 기관밸브의 실제변위인 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

**청구항 11.**

제 10항에 있어서,

상기 설정수단은 상기 목표변위의 시간변화를 나타내는 복수의 목표 변위패턴을 기억하고 있고, 상기 기관밸브의 작동에 저항하여 작용하는 외력에 따라 하나의 목표 변위패턴을 선택함으로써 상기 제어수단이 선택된 목표 변위패턴에 의거하여 상기 전자석을 통전제어하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어장치.

**청구항 12.**

내연기관의 기관밸브(10)를 적어도 하나의 전자석(61, 62)의 전자력에 의거하여 구동제어하는 방법에 있어서,

상기 기관밸브에 가해지는 외력의 크기를 추정하는 단계와;

상기 추정되는 외력에 의거하여 목표변위가 산출되고, 상기 목표변위와 실제변위의 차인 변위편차에 따라 목표작동상태를 설정하는 단계와;

상기 기관밸브의 실제 작동상태가 상기 설정되는 목표 작동상태와 거의 일치하도록 이를 실제 작동상태 및 목표 작동상태에 따라 상기 전자석을 통전제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

**청구항 13.**

제 12항에 있어서

상기 실제 작동상태와 상기 목표 작동상태와의 편차에 따른 전류치인 피드백전류가 산출되고, 그 산출되는 피드백전류에 의거하여 상기 전자석이 통전제어되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

**청구항 14.**

제 13항에 있어서,

상기 기관밸브와 상기 전자석과의 사이의 에어캡이 클 때일 수록 상기 피드백전류를 산출할 때의 피드백 이득이 크게 설정되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 15.

제 13항 또는 제 14항에 있어서,

상기 피드백전류에 더하여 상기 실제 작동상태를 상기 목표 작동상태로 하기 위한 전류치로서 피드포워드전류가 산출되고, 그 산출되는 피드포워드전류와 피드백전류에 의거하여 상기 전자석이 통전제어되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 16.

제 15항에 있어서,

상기 기관밸브의 이동에 저항하여 작용하는 외력이 클 수록 상기 피드포워드전류의 통전개시 타이밍이 빨라져 피드포워드전류의 전류치가 커지는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 17.

제 12항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전자석이 비통전상태에 있을 때에 겸지한 상기 기관밸브의 실제 작동상태에 의거하여 상기 외력의 크기를 추정하는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 18.

제 17항에 있어서,

상기 기관밸브가 완전 폐쇄상태 또는 완전 개방상태로부터 고정해제되고 나서 소정시간내에 겸지된 기관밸브의 실제 구동상태에 의거하여 상기 외력의 크기가 추정되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 19.

제 12항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관밸브와 밸브이동방향의 전자석과의 에어캡이 소정치 이하인 경우에 상기 전자석에의 통전이 개시되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 20.

제 12항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관밸브의 작동에 저항하여 작용하는 외력이 클 수록 상기 기관밸브가 완전 폐쇄상태와 완전 개방상태의 한쪽으로부터 다른쪽으로 이동하는 데 필요로 하는 시간이 증가하도록 상기 전자석이 통전제어되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

### 청구항 21.

제 12항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 목표 작동상태는 상기 기관밸브의 목표변위이고, 상기 실제 작동상태는 상기 기관밸브의 실제 변위인 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

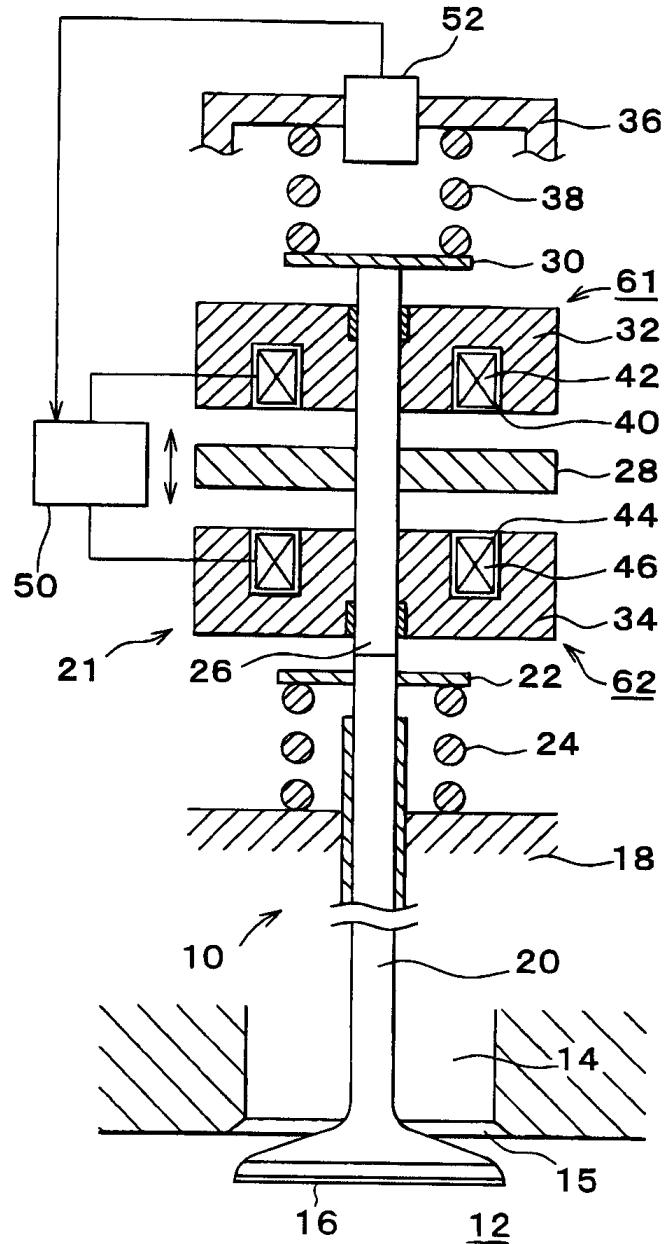
## 청구항 22.

제 21항에 있어서,

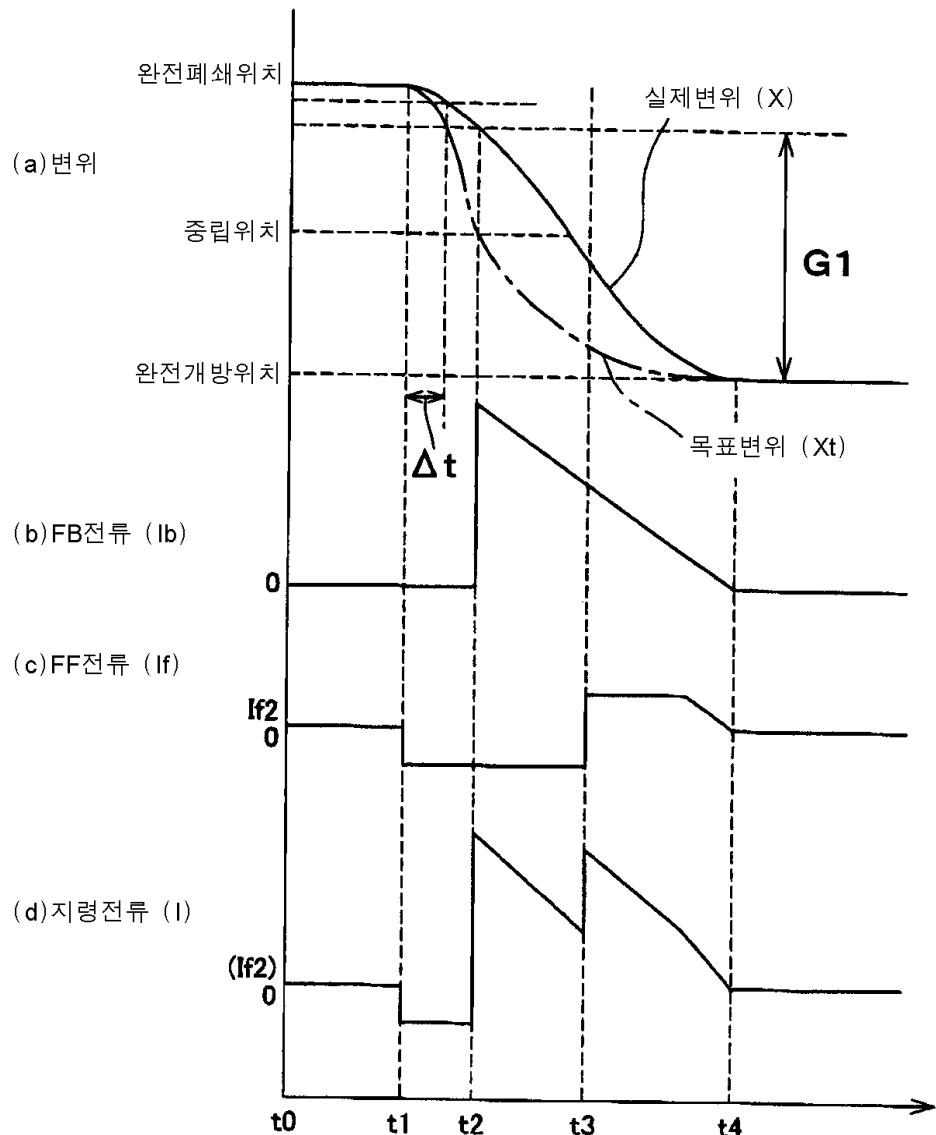
상기 목표변위의 시간변화를 나타내는 복수의 목표 변위패턴이 기억되어 있고, 상기 기관밸브의 작동에 저항하여 작용하는 외력에 따라 하나의 목표 변위패턴이 선택됨으로써 선택된 목표 변위패턴에 의거하여 상기 전자석이 통전 제어되는 것을 특징으로 하는 기관밸브의 구동제어방법.

도면

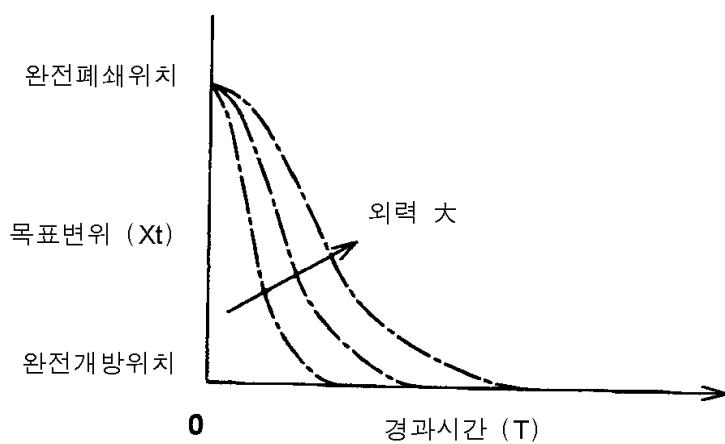
## 도면1



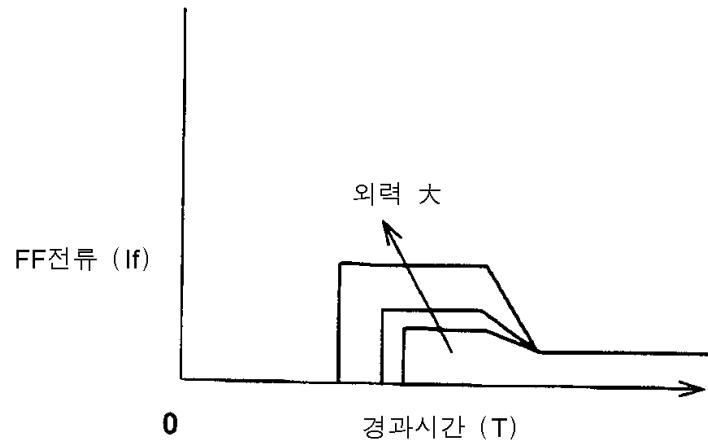
도면2



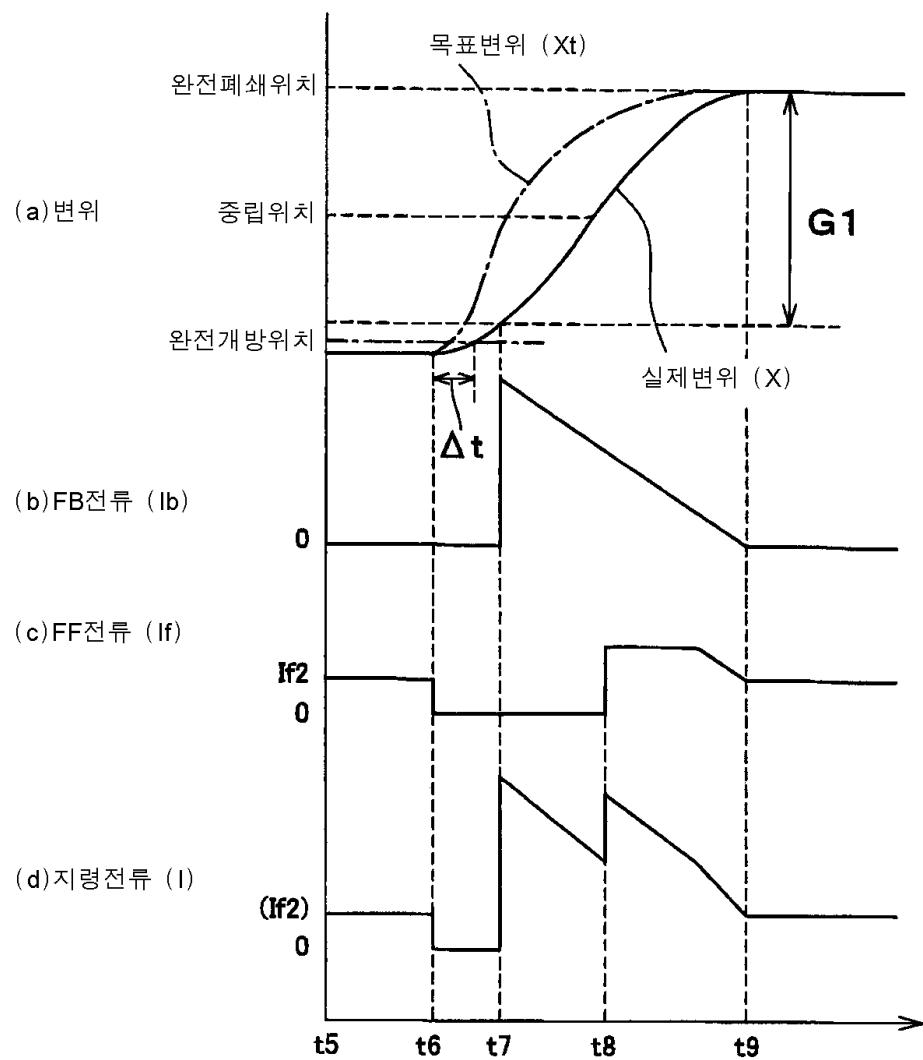
도면3



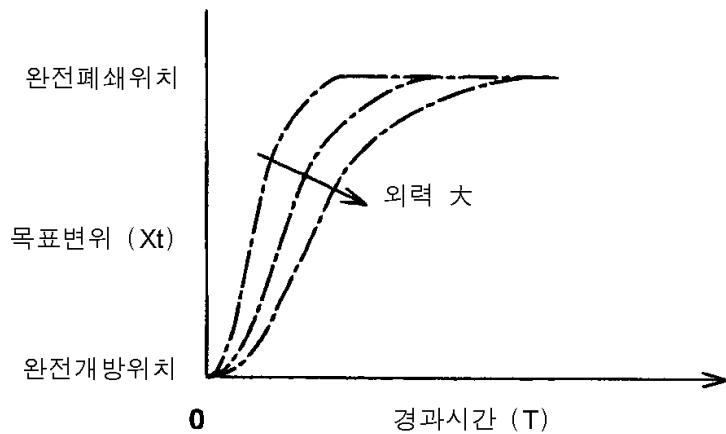
도면4



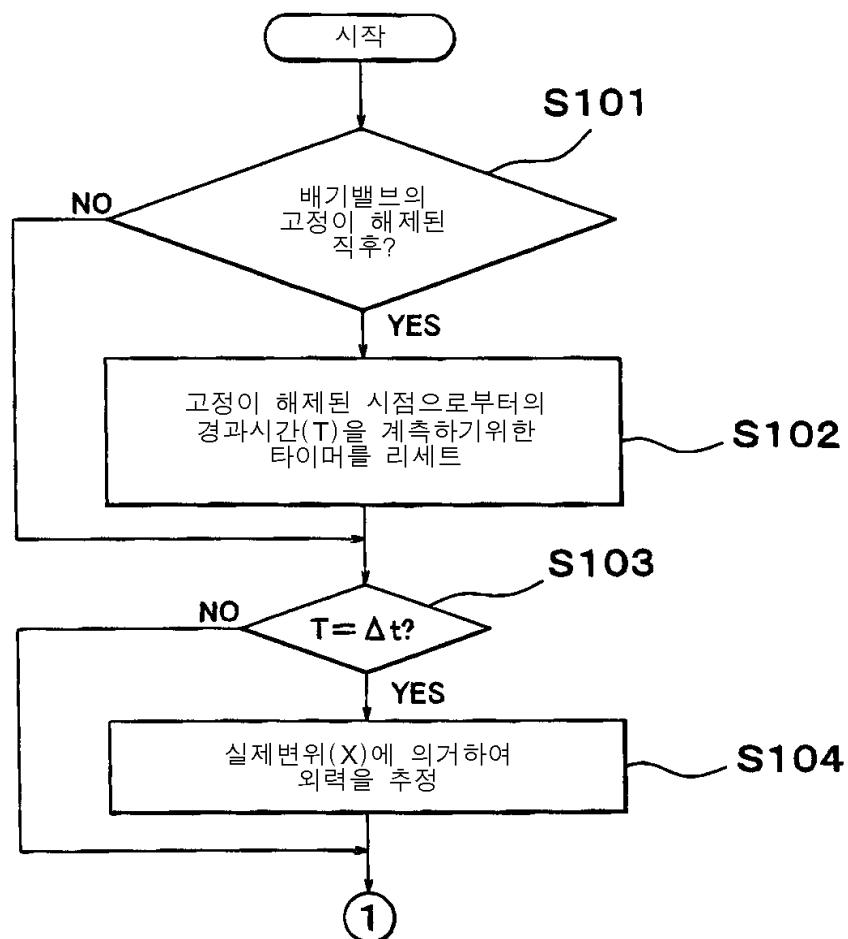
도면5



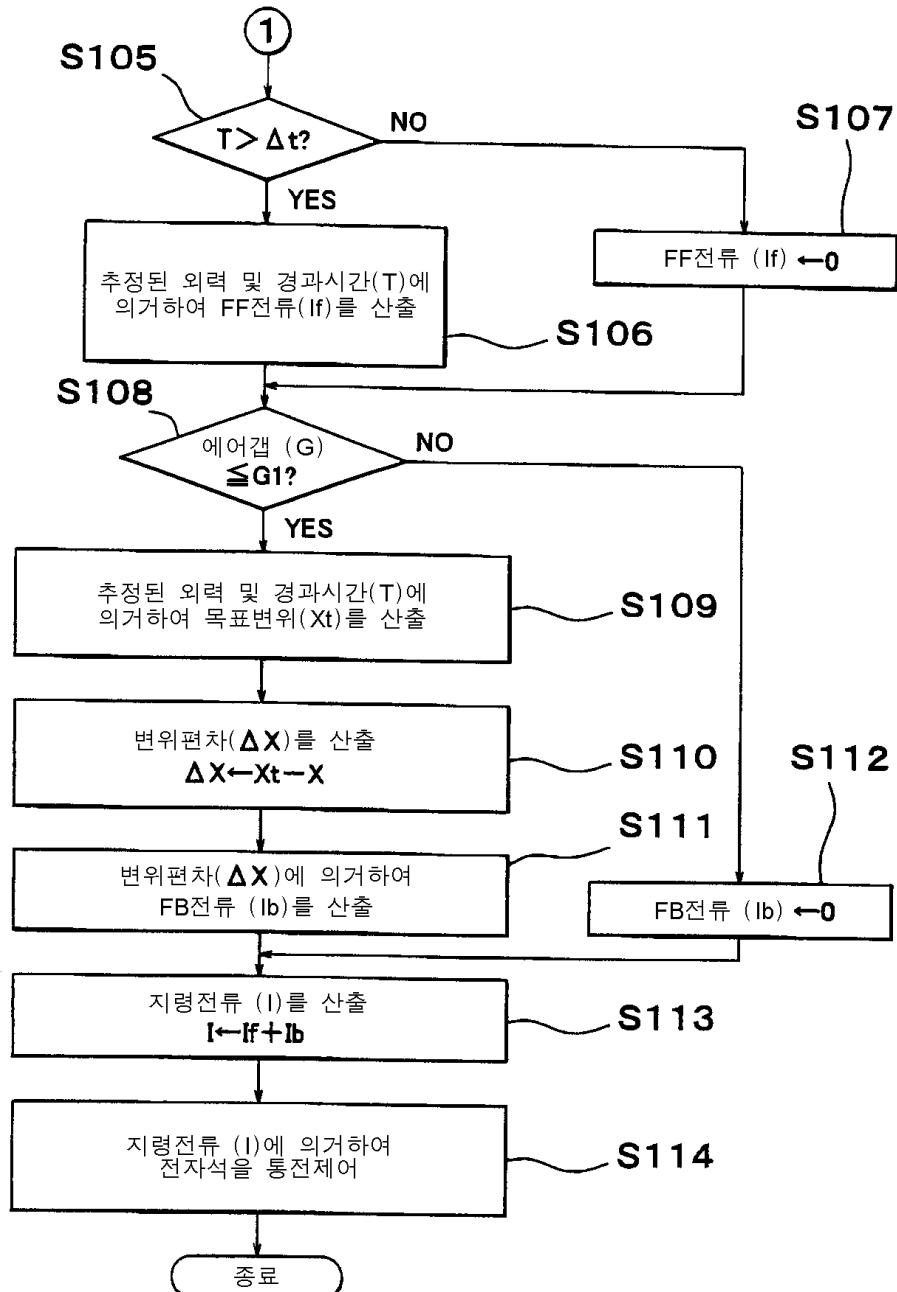
도면6



도면7



도면8



도면9

