



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0026096
(43) 공개일자 2020년03월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 5/14 (2006.01) F16K 31/04 (2006.01)
F16K 37/00 (2006.01) G01D 5/252 (2006.01)
G05B 11/01 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01D 5/142 (2013.01)
F16K 31/042 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0105010
- (22) 출원일자 2019년08월27일
심사청구일자 2019년08월27일
- (30) 우선권주장
JP-P-2018-160798 2018년08월29일 일본(JP)

- (71) 출원인
아즈빌주식회사
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7-3
- (72) 발명자
나리타 히로아키
일본 100-6419 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7-3 아즈빌주식회사 내
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 9 항

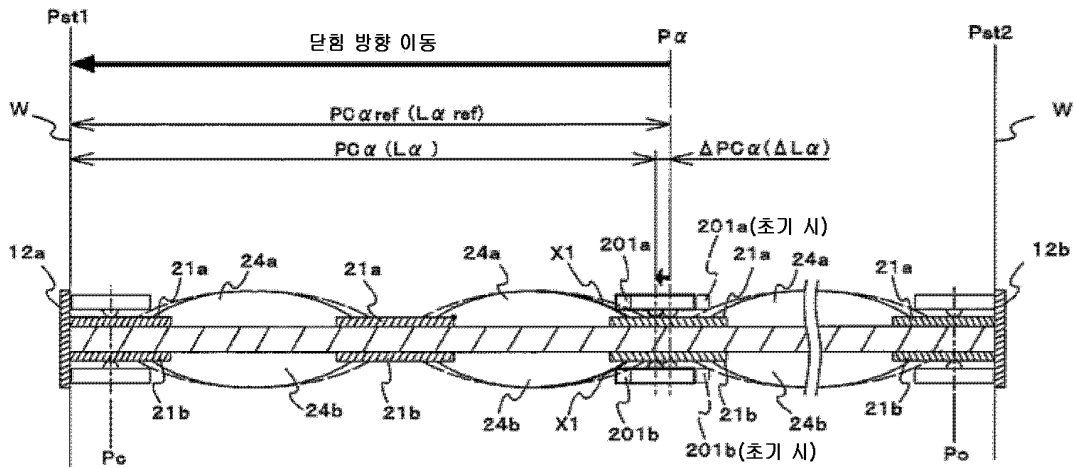
(54) 발명의 명칭 회전 제어 장치

(57) 요약

비접촉식의 상대적 위치 센서에 의해서 조작 대상 축의 회전 방향의 위치 측정을 행하는 회전 제어 장치의 검출 정밀도와 신뢰성을 장기간 유지하는 것을 가능하게 한다.

본 발명에 따른 회전 제어 장치(100)는, 조작 대상 축의 회전 방향의 기계적 변위를 비접촉으로 검출하는 상대적 (뒷면에 계속)

대표도 - 도8



위치 센서(1)와, 조작 대상 축의 회전 방향에 있어서의 소정의 중간 위치(Pa, Pm, Pb)에 조작 대상 축이 도달했을 때에 검지 신호를 출력하는 ON/OFF 센서(2₁~2_n)와 상기 조작 대상 축의 회전 위치를 보정하는 보정부(10)를 구비하고, ON/OFF 센서는, 조작 대상 축의 축선과 직교하는 주면(20a, 20b)을 갖는 기판(20)과, 기판의 주면상에 배치된 전극(21a, 21b)과, 조작 대상 축이 소정의 중간 위치에 있을 때에 타단 축의 일부가 전극의 하나에 접촉하는 접촉자(201a, 201b)와, 접촉자가 전극에 접촉하면 검지 신호를 출력하는 검출 회로(23_i)와, 기판의 주면상에 배치되어, 조작 대상 축이 소정의 중간 위치에 없을 때에 접촉자의 타단을 주면으로부터 이격시키는 방향으로 이동시키는 복수의 캠 부재(24a, 24b)를 구비한다.

(52) CPC특허분류

F16K 37/0025 (2013.01)

G01D 5/252 (2013.01)

G05B 11/012 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

조작 대상 축의 회전을 제어하는 회전 제어 장치로서,

상기 조작 대상 축의 회전의 기계적 변위를 비접촉으로 검출하는 상대적 위치 센서와,

상기 조작 대상 축의 회전 가능한 범위 사이에 있는 적어도 하나의 중간 위치에 상기 조작 대상 축이 도달했을 때에 검지 신호를 출력하는 ON/OFF 센서와,

상기 검지 신호가 출력되고 나서의, 상기 상대적 위치 센서에 의해서 검출되는 상기 기계적 변위의 적산치와, 상기 ON/OFF 센서가 출력하는 상기 검지 신호에 의해서 검출되는 상기 중간 위치를 나타내는 기준치에 기초하여, 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 산출하는 위치 산출부와,

상기 조작 대상 축의 회전 위치의 목표치의 정보와, 상기 위치 산출부에 의해서 산출된 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치에 기초하여, 상기 조작 대상 축의 조작량을 산출하는 조작량 산출부와,

상기 조작량 산출부에 의해서 산출된 상기 조작량에 기초하여, 상기 조작 대상 축의 회전 가능한 범위 내에 있어서 상기 조작 대상 축을 조작하는 조작부와,

상기 기준치를 보정하는 보정부를 구비하고,

상기 ON/OFF 센서는, 상기 조작 대상 축의 주위에 설치되며, 상기 조작 대상 축의 축선과 직교하는 주면(主面)을 갖는 기관과, 상기 기관의 주면 상에 배치된 적어도 하나의 전극과, 일단이 상기 조작 대상 축에 고정되며, 상기 조작 대상 축의 직경 방향으로 연장되어 있고, 상기 조작 대상 축이 상기 중간 위치에 있을 때에 타단 축의 일부가 상기 전극 중 하나에 접촉하는 접촉자와, 상기 접촉자가 상기 전극 중 하나에 접촉하면 상기 검지 신호를 출력하는 검출 회로와, 상기 기관의 상기 주면 상 또한 상기 전극 사이에 배치되고, 상기 조작 대상 축이 상기 중간 위치에 없을 때에 상기 접촉자의 타단을 상기 주면으로부터 이격시키는 방향으로 이동시키는 캠 부재를 구비하고,

상기 보정부는, 상기 검지 신호가 출력될 때의 상기 조작 대상 축의 회전 위치를 다른 2개의 시점에서 측정하고, 이들 측정치에 기초하여 상기 중간 위치를 나타내는 기준치를 보정하도록 구성되어 있는 것인 회전 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 조작 대상 축의 회전 위치는, 상기 ON/OFF 센서에 의해서 검출되는 상기 중간 위치와 절대적인 위치에 고정된 기준 위치 사이를 회전하는 상기 조작 대상 축의 변위량으로서 측정되는 것인 회전 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 변위량은, 상기 조작 대상 축이 상기 기준 위치와 상기 중간 위치 사이를 회전하는 동안에 상기 상대적 위치 센서에 의해서 검출되는 기계적 변위의 적산치로서 측정되는 것인 회전 제어 장치.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 기준 위치는, 상기 조작 대상 축의 회전 가능한 범위의 끝점을 형성하는 제1 위치 및 제2 위치 중 적어도 하나인 것인 회전 제어 장치.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 중간 위치는, 상기 검지 신호의 출력이 시작되는 시점에 있어서의 상기 조작 대상 축의 회전 위치에 의해서 규정되는 제1 보정용 검출 위치, 상기 검지 신호의 출력이 종료되는 시점에 있어서의 상기 조작 대상 축의 회전 위치로서 규정되는 제2 보정용 검출 위치, 또는 제1 보정용 검출 위치 및 제2

보정용 검출 위치를 포함하는 것인 회전 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 변위량은, 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 증가하는 순방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제1 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계측되는 제1 변위량, 상기 순방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제2 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계측되는 제2 변위량, 또는 제1 변위량 및 제2 변위량을 포함하는 것인 회전 제어 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 변위량은, 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 감소하는 역방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제1 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계측되는 제3 변위량, 상기 역방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에, 상기 중간 위치가 상기 제2 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계측되는 제4 변위량, 또는 제3 변위량 및 제4 변위량을 포함하는 것인 회전 제어 장치.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 보정부는, 경시적 변화량에 기초하여 상기 기준치의 보정량을 산출하고, 상기 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 증가하는 순방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치에 대하여 상기 보정량을 감산하고, 상기 값이 감소하는 역방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치에 대하여 상기 보정량을 가산함으로써 상기 기준치를 보정하도록 구성되어 있는 것인 회전 제어 장치.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 보정부는, 상기 제1 변위량 또는 상기 제4의 변위량을 이용하여 측정되는 경시적 변화량에 기초하여 상기 기준치에 대한 제1 보정량을 산출하고, 상기 제2 변위량 또는 제3 변위량을 이용하여 측정되는 경시적 변화량에 기초하여 상기 기준치에 대한 제2 보정량을 산출하고, 상기 순방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치로부터 상기 제1 보정량을 감산하고, 상기 역방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치에 상기 제2 보정량을 가산하도록 구성되어 있는 것인 회전 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 조작 대상 축의 회전을 제어하는 회전 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 밸브축 등의 조작 대상 축의 회전을 제어하는 회전 제어 장치는, 조작 대상 축의 회전 방향의 기계적 변위를 위치 센서에 의해서 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 축의 조작량을 결정하고 있다. 예컨대, 볼밸브 등의 로터리식 조절 밸브의 밸브축을 조작하는 전동식의 조작기(액츄에이터)에서는, 위치 센서로서 가변 저항기로 이루어지는 포텐서미터를 이용하고, 그 포텐서미터(Potentiometer)에 의해서 검출한 밸브축의 회전 방향의 기계적 변위량에 기초하여 밸브축을 제어하고 있다(특허문헌 1 참조).

[0003] 또한, 축의 회전 방향의 기계적 변위량을 측정하기 위한 위치 센서로서는, 포텐서미터로 대표되는 접촉식의 위치 센서 외에, 로터리 인코더와 같이, 측정 대상의 축의 회전 방향의 위치를 비접촉으로 검출하는 비접촉식 위치 센서가 있다. 또한, 비접촉식 위치 센서에는, 검출 대상 축의 각도 위치에 대응한 신호를 출력하는 절대적 위치 센서와, 검출 대상 축의 회전 각도, 즉 각도 위치의 변화량에 따른 신호를 출력하는 상대적 위치 센서가 있다. 예컨대 비접촉식의 절대적 위치 센서로서는, 검출 대상 축의 절대적인 각도 위치에 대응한 코드 신호를 출력하는 앵솔루트(absolute)형의 로터리 인코더가, 비접촉식의 상대적 위치 센서로서는, 검출 대상 축의 회전 각도에 대응하여 펄스를 출력하는 인크리멘탈(incremental)형의 로터리 인코더가, 각각 알려져 있다(특허문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허공개 2011-074935호 공보
- (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허공개 2010-286444호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 일반적으로 포텐서미터는 접동자(摺動子)를 기계적으로 조작함에 따른 저항치의 변화를 출력하는 센서이기 때문에, 내구성이 낮고, 제품 수명이 짧은 경향이 있다. 또한, 포텐서미터 대신에 절대적 비접촉 위치 센서로서의 앵슬루트형 로터리 인코더를 이용한 경우, 일반적으로 부품 단가가 높은데다, 앵슬루트형 로터리 인코더를 구동하기 위한 배터리가 별도로 필요하게 되므로, 제품 비용이 커져 버린다.
- [0006] 그래서 본원 발명자는, 포텐서미터 대신에, 로터리 인코더 등의 비접촉식의 상대적 위치 센서와, 소정의 위치에 조작 대상 축이 도달했을 때에 검지 신호를 출력하는 ON/OFF 센서를 이용한 새로운 회전 제어 장치를 제안했다(일본 특허출원 2017-034014). 이 회전 제어 장치에 있어서, ON/OFF 센서는, 조작 대상 축(200)의 근방에 설치되고, 각종 연산 처리를 행하는 IC 칩(30)을 탑재한 프린트 기판(20)의 주면(主面)(20a)에 전극(21a)을 배치하고, 조작 대상 축(200)에 연결된 쇼트 플레이트(201)를 전극(21a)의 어느 것과 접촉시켜, 불연속이지만 조작 대상 축의 절대적인 위치를 검출한다. 이하, 이러한 ON/OFF 센서를 이용하여, 불연속이지만 조작 대상 축의 절대적인 위치를 검출하는 위치 센서를 「불연속인 절대적 위치 센서」라고 하는 경우가 있다.
- [0007] 그런데 이러한 구성에서는, 쇼트 플레이트(201)와 프린트 기판(20)을 이격시키는 데에, 쇼트 플레이트와 프린트 기판(20)의 간격의 미묘한 조정이 필요하게 되어, 비용 상승의 원인이 될 뿐만 아니라, 실현이 용이하지 않다. 또한, 쇼트 플레이트의 스프링성의 경년(經年) 변화에 의한, 접촉 저항의 신뢰성에도 문제가 있다. 반대로, 쇼트 플레이트(201)에 프린트 기판(20)의 주면(20a)을 접동(摺動)시켜 버리면, 프린트 기판(20)에 악영향을 줄 우려가 있어, 포텐서미터와 마찬가지로 내구성 및 제품 수명의 문제가 생겨 버린다.
- [0008] 그래서 본원 발명자는, 쇼트 플레이트(201)와 프린트 기판(20)을 전극(21a) 상의 소정 영역에서 접촉시키면서 그 밖의 영역에서 양쪽을 이격시키기 위한 구조로서, 예컨대 전극(21a)과 전극(21a) 사이의 영역에, 쇼트 플레이트(201)의 선단부에 형성된 접점(201a')을 프린트 기판(20)의 주면(20a)으로부터 이격하는 방향으로 이동시키는 캠 부재(24)가 설치된 새로운 회전 제어 장치를 제안했다(일본 특허출원 2017-066000).
- [0009] 그런데, 이러한 구성의 회전 제어 장치에서는, 예컨대 쇼트 플레이트(201)가 캠 부재(24)나 전극(21a) 위를 접동하기 때문에, 사용함에 따라 캠 부재(24)나 전극(21a)이 마모되어, ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 의해서 검출되는 조작 대상 축(200)의 위치, 바꿔 말하면, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호(P1~Pn)가 출력될 때의 조작 대상 축(200)의 회전 위치가 변화되어 버린다. 이 결과, 사용을 거듭하는 중에, 조작 대상 축의 위치 제어의 정밀도가 저하한다고 하는 문제가 생길 우려가 있다.
- [0010] 본 발명은 상기한 문제에 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은, 위치 검출의 정밀도, 내구성 및 신뢰성을 향상시키면서 저비용화를 실현한 회전 제어 장치에 있어서, 높은 검출 정밀도를 장기간 유지할 수 있는 회전 제어 장치를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명에 따른, 조작 대상 축(200)의 회전을 제어하는 회전 제어 장치(100)는, 상기 조작 대상 축의 회전의 기계적 변위를 비접촉으로 검출하는 상대적 위치 센서(1)와, 상기 조작 대상 축의 회전 가능한 범위(SR) 사이에 있는 적어도 하나의 중간 위치(Pc, Pa, Pm, Pb, Po)에 상기 조작 대상 축이 도달했을 때에 검지 신호를 출력하는 ON/OFF 센서(2_1~2_n)와, 상기 검지 신호가 출력되고 나서의, 상기 상대적 위치 센서에 의해서 검출되는 상기 기계적 변위의 적산치(RP)와, 상기 ON/OFF 센서가 출력하는 상기 검지 신호에 의해서 검출되는 상기 중간 위치를 나타내는 기준치(AP)에 기초하여, 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 산출하는 위치 산출부(3)와, 상기 조작 대상 축의 회전 위치의 목표치(SP)의 정보와, 상기 위치 산출부에 의해서 산출된 상기 조작 대상 축

의 절대적인 회전 위치(PV)에 기초하여, 상기 조작 대상 축의 조작량(MV)을 산출하는 조작량 산출부(4)와, 상기 조작량 산출부에 의해서 산출된 상기 조작량에 기초하여, 상기 조작 대상 축의 회전 가능한 범위 내에 있어서 상기 조작 대상 축을 조작하는 조작부(5)와, 상기 기준치를 보정하는 보정부(10)를 구비하고, 추가로, 상기 ON/OFF 센서는, 상기 조작 대상 축의 주위에 마련되어, 상기 조작 대상 축의 축선과 직교하는 주면(20a, 20b)을 갖는 기관(20)과, 상기 기관의 주면 상에 배치된 적어도 하나의 전극(21a, 21b)과, 일단이 상기 조작 대상 축에 고정되어, 상기 조작 대상 축의 직경 방향으로 연장되어 있고, 상기 조작 대상 축이 상기 중간 위치에 있을 때에 타단 축의 일부가 상기 전극 중 하나에 접촉하는 접촉자(201a, 201b)와, 상기 접촉자가 상기 전극 중 하나에 접촉하면 상기 검지 신호를 출력하는 검출 회로(23_i)와, 상기 기관의 상기 주면 상 또한 상기 전극 사이에 배치되어, 상기 조작 대상 축이 상기 중간 위치에 없을 때에 상기 접촉자의 타단을 상기 주면에서 이격시키는 방향으로 이동시키는 캠 부재(24a, 24b)를 구비하고, 상기 보정부는, 상기 검지 신호가 출력될 때의 상기 조작 대상 축의 회전 위치를 다른 2개의 시점에서 계속하고, 이들 계속치에 기초하여 상기 중간 위치를 나타내는 기준치를 보정하도록 구성된 장치이다.

- [0012] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 조작 대상 축의 회전 위치가, 상기 ON/OFF 센서에 의해서 검출되는 상기 중간 위치와 절대적인 위치에 고정된 기준 위치 사이를 회전하는 상기 조작 대상 축의 변위량으로서 계속되도록 구성하여도 좋다.
- [0013] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 변위량이, 상기 조작 대상 축이 상기 기준 위치와 상기 중간 위치 사이를 회전하는 동안에 상기 상대적 위치 센서에 의해서 검출되는 기계적 변위의 적산치(PC a/ PC aref)로서 계속되도록 구성하여도 좋다.
- [0014] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 기준 위치가, 상기 조작 대상 축의 회전 가능한 범위의 끝점을 형성하는 제1 위치 및 제2 위치의 적어도 하나이도록 구성하여도 좋다.
- [0015] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 중간 위치가, 상기 검지 신호의 출력이 시작되는 시점에 있어서의 상기 조작 대상 축의 회전 위치에 의해서 규정되는 제1 보정용 검출 위치(P a1) 및/또는 상기 검지 신호의 출력이 종료되는 시점에 있어서의 상기 조작 대상 축의 회전 위치로서 규정되는 제2 보정용 검출 위치(P a2)를 포함하도록 구성하여도 좋다.
- [0016] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 변위량이, 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 증가하는 방향(특허청구의 범위에 기재된 「순방향」에 상당. 이하 「열림 방향」이라고 한다. 또한, 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 감소하는 「역방향」을 이하 「닫힘 방향」이라고 한다.)으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제1 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계속되는 제1 변위량(L a1) 및/또는 상기 열림 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제2 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계속되는 제2 변위량(L a2)을 포함하도록 구성하여도 좋다.
- [0017] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 변위량이, 상기 조작 대상 축의 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 감소하는 상기 닫힘 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제1 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계속되는 제3 변위량(L a3) 및/또는 상기 닫힘 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 상기 중간 위치가 상기 제2 보정용 검출 위치인 것으로 하여 계속되는 제4 변위량(L a4)을 포함하도록 구성하여도 좋다.
- [0018] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 보정부를, 상기 경시적 변화량에 기초하여 상기 기준치의 보정량($\Delta \theta_{cn}$)을 산출하고, 상기 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 증가하는 열림 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치에 대하여 상기 보정량($\Delta \theta_{cn}$)을 감산하고, 상기 값이 감소하는 상기 닫힘 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치에 대하여 상기 보정량($\Delta \theta_{cn}$)을 가산함으로써 상기 기준치를 보정하도록 구성하여도 좋다.
- [0019] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 보정부를, 상기 제1 변위량 또는 상기 제4 변위량을 이용하여 측정되는 상기 경시적 변화량에 기초하여 상기 기준치에 대한 제1 보정량($\Delta \theta_{cn1}$)을 산출하고, 상기 제2 변위량 또는 제3 변위량을 이용하여 측정되는 상기 경시적 변화량에 기초하여 상기 기준치에 대한 제2 보정량($\Delta \theta_{cn2}$)을 산출하고, 상기 열림 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치로부터 상기 제1 보정량($\Delta \theta_{cn1}$)을 감산하고, 상기 닫힘 방향으로 상기 조작 대상 축이 회전할 때에 검출되는 상기 기준치에 상기 제2 보정량($\Delta \theta_{cn2}$)을 가산하도록 구성하여도 좋다.
- [0020] 상기 회전 제어 장치에 있어서, 상기 특정 중간 위치가 상기 중간 위치의 전부라도 좋다.
- [0021] 또한, 상기 설명에서는 일례로서 발명의 구성 요소에 대응하는 도면 상의 참조 부호를 괄호를 붙여 기재하고 있

다.

발명의 효과

[0022] 이상 설명한 바에 따라, 본 발명에 의하면, 비접촉식의 상대적 위치 센서와 ON/OFF 센서에 의해서 조작 대상 축의 회전 방향의 위치 측정을 행하는 회전 제어 장치를 보다 저비용으로 실현하면서, 그 검출 정밀도와 신뢰성을 장기간 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 실시형태 1에 따른 회전 제어 장치의 구성을 도시하는 도면이다.
 도 2는 불연속인 절대적 위치 센서의 개념을 설명하는 도면이다.
 도 3a는 불연속인 절대적 위치 센서의 구성의 일례를 도시하는 도면이다.
 도 3b는 불연속인 절대적 위치 센서의 구성의 일례를 도시하는 도면이다.
 도 3c는 불연속인 절대적 위치 센서의 구성의 일례를 도시하는 도면이다.
 도 3d는 불연속인 절대적 위치 센서의 구성의 일례를 도시하는 도면이다.
 도 3e는 불연속인 절대적 위치 센서의 구성의 일례에 있어서의 전극과 캠 부재의 관계를 설명하는 도면이다.
 도 4는 실시형태 1에 따른 회전 제어 장치의 원점 복귀 동작 모드에 있어서의 동작을 설명하는 흐름도이다.
 도 5는 실시형태 1에 따른 회전 제어 장치의 통상 동작 모드에 있어서의 동작을 설명하는 흐름도이다.
 도 6은 초기 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 7은 초기 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 8은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 9는 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 10은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 11은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 12는 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 13은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 14는 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 15는 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 16은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 17은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 18은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 19는 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 20은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 21은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 22는 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량을 계측하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 23은 보정 시의 특정 중간 위치에 있어서의 회전 구간 변위량의 계측 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
 도 24는 보정량을 산출하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 25는 보정량을 산출하는 모습을 도시하는 도면이다.
 도 26은 보정치를 산출하는 프로세스를 도시하는 흐름도이다.

도 27은 보정치를 산출하는 프로세스를 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] <<회전 제어 장치의 구성>>
- [0025] 처음에 본 실시형태에 따른 회전 제어 장치(100)의 구성에 관해서 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명에 따른 실시형태로서의 회전 제어 장치의 구성을 도시하는 도면이다.
- [0027] 도 1에 도시되는 회전 제어 장치(100)는, 예컨대 플랜트 등에 있어서 유량의 프로세스 제어에 이용되는 볼밸브 등의 로터리식의 조절 밸브의 밸브축의 회전을 제어하는 전동식의 조작기이다.
- [0028] 이하, 회전 제어 장치(100)의 구체적인 구성에 관해서 설명한다.
- [0029] 도 1에 도시하는 것과 같이, 조작 대상 축으로서의 밸브축(200)의 회전을 제어하는 회전 제어 장치(100)는, 상대적 위치 센서(1), 복수의 ON/OFF 센서(2₁~2_n)(n은 2 이상의 정수), 위치 산출부(3), 조작량 산출부(4), 조작부(5) 및 보정부(10)를 구비하고 있다. 복수의 ON/OFF 센서(2₁~2_n)는 불연속인 절대적 위치 센서를 구성한다.
- [0030] 이들 구성 요소는 하우징 내부에 수용된다. 또한, 회전 제어 장치(100)는, 상술한 기능부에 더하여, 조절 밸브의 밸브 개방도 등의 각종 정보를 사용자에게 제시하기 위한 표시부(예컨대 액정 디스플레이)나 외부 기기와의 사이에서 데이터의 송수신을 행하기 위한 통신 회로 등을 구비하고 있어도 좋다.
- [0031] 우선, 조절 밸브의 실제 개방도, 즉 밸브축(200)의 회전 방향의 위치를 측정하기 위한 상대적 위치 센서(1) 및 ON/OFF 센서(2₁~2_n)를 포함하는 불연속인 절대적 위치 센서에 관해서 설명한다.
- [0032] 상대적 위치 센서(1)는, 회전 제어 장치(100)의 조작 대상 축으로서의 밸브축(200)의 회전 방향의 기계적 변위(Md)를 비접촉으로 검출하는 기능부이다. 상대적 위치 센서(1)로서는, 검출 대상 축(밸브축(200))의 회전 각도에 대응하여 펄스를 출력하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더를 예시할 수 있다. 본 실시형태에서는, 상대적 위치 센서(1)가 인크리멘탈형의 로터리 인코더라고 하여 설명한다.
- [0033] 한편, 불연속인 절대적 위치 센서는, ON/OFF 센서(2₁~2_n)를 포함하고, 조작 대상 축인 밸브축(200)이 회전 방향에 있어서의 소정의 위치에 도달했을 때에, 그 소정의 위치에 대응하여 설치된 각 ON/OFF 센서(2₁~2_n)는 각각 검지 신호(P1~Pn)를 출력한다. ON/OFF 센서(2₁~2_n)는, 밸브축(200)이 회전 방향에 있어서 특정 위치에 도달했음을 나타내는 전기 신호를 출력할 수 있는 부품이면 된다. 구체적으로는, ON/OFF 센서(2₁~2_n)로서, 예컨대 리미트 스위치, 포토 인터럽터 및 홀 소자를 이용할 수 있다. 여기서, 상기 전기 신호는, 밸브축(200)이 회전 방향에 있어서 특정 위치에 도달했음을 나타내는 신호이면 되며, 예컨대 온·오프 신호(상태를 나타내는 신호, 예컨대 디지털 신호)이다.
- [0034] 도 2를 참조하여, ON/OFF 센서(2₁~2_n)의 배치에 관해서 설명한다. 도 2에는, n=5로 한 경우의 ON/OFF 센서(2₁~2₅)의 배치예가 도시되어 있다.
- [0035] 도 2에 도시하는 것과 같이, ON/OFF 센서(2₁~2₅)는, 밸브축(200)의 회전 가능 범위(SR) 내에 있어서, 상호 다른 복수의 위치마다 대응하여 설치되며, 밸브축(200)이 그 대응하는 위치에 도달했을 때에 검지 신호(P1~Pn)를 각각 출력한다.
- [0036] 여기서, 회전 가능 범위(SR)란, 밸브축(200)의 회전 방향에 있어서의 회전 가능한 범위이며, 예컨대 회전 방향에 있어서의 제1 위치로서의 밸브 개방도가 0%가 되는 전폐(全閉) 위치(Pc)에서부터, 제2 위치로서의 밸브 개방도가 100%가 되는 전개(全開) 위치(Po)까지의 범위를 나타낸다.
- [0037] 회전 제어 장치(100)에 있어서, ON/OFF 센서(2₁~2₅)는, 밸브 개방도가 0%부터 100%까지의 범위에 있어서의 어느 한 위치에 대응하여 마련되어 있다. 예컨대 도 2에 도시하는 배치예의 경우, ON/OFF 센서(2₁)는 밸브 개방도가 0%가 되는 전폐 위치(Pc)에 대응하여 설치되고, ON/OFF 센서(2₂)는 밸브 개방도가 20%가 되는 위치(Pa)에 대응하여 설치되고, ON/OFF 센서(2₃)는 밸브 개방도가 50%가 되는 위치(Pm)에 대응하여 설치되고, ON/OFF 센서(2₄)는, 밸브 개방도가 70%가 되는 위치(Pb)에 대응하여 설치되고, ON/OFF 센서(2₅)는 밸브 개방도가 100%가 되는 전개 위치(Po)에 대응하여 설치되어 있다.
- [0038] 또한, 통상 동작 모드에 관한 설명에서의 「소정의 중간 위치」는, 밸브축(200)에 있어서, 밸브 개방도가 0%가 되는 전폐 위치(Pc)와 밸브 개방도가 100%가 되는 전개 위치(Po)를 제외한, 밸브 개방도가 20%가 되는 위치

(Pa), 밸브 개방도가 50%가 되는 위치(Pm), 밸브 개방도가 70%가 되는 위치(Pb)를 의미한다.

- [0039] 도 2에 도시하는 배치예의 경우, ON/OFF 센서(2_1)는, 밸브축(200)이 전폐 위치(Pc)에 도달했을 때에 검지 신호(P1)를 출력한다. ON/OFF 센서(2_2)는, 밸브축(200)이 위치(Pa)(밸브 개방도: 20%)에 도달했을 때에 검지 신호(P2)를 출력한다. ON/OFF 센서(2_3)는, 밸브축(200)이 위치(Pm)(밸브 개방도: 50%)에 도달했을 때에 검지 신호(P3)를 출력한다. ON/OFF 센서(2_4)는, 밸브축(200)이 위치(Pb)(밸브 개방도: 70%)에 도달했을 때에 검지 신호(P4)를 출력한다. ON/OFF 센서(2_5)는, 밸브축(200)이 전개 위치(Po)(밸브 개방도: 100%)에 도달했을 때에 검지 신호(P5)를 출력한다.
- [0040] 이어서, ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 구체적인 구조에 관해서 설명한다.
- [0041] ON/OFF 센서(2_1~2_n)는, 밸브축(200)의 주위에 설치되며, 밸브축(200)의 축선과 직교하는 제1 주면(20a) 및 제2 주면(20b)을 갖는 프린트 기관(20)과, 이 프린트 기관의 제1 주면(20a) 및 제2 주면(20b) 상에 각각 배치된 복수의 제1 전극(21a) 및 제2 전극(21b)과, 밸브축(200)의 측면에 고정된 쇼트 플레이트(201)와, 쇼트 플레이트(201)의 제1 접촉자(201a) 및 제2 접촉자(201b)가 복수의 제1 전극(21a) 및 제2 전극(21b)의 하나에 각각 접촉하면 검지 신호(Pi)를 출력하는 검출 회로(23_i)와, 프린트 기관(20)의 제1 주면(20a) 상에 배치된 복수의 제1 캡 부재(24a)와, 제2 주면(20b) 상에 배치된 복수의 제2 캡 부재(24b)를 구비하고 있다.
- [0042] 이하, 프린트 기관(20)의 제1 주면(20a) 및 제2 주면(20b)을 합쳐 「주면(20a, 20b)」이라고 하는 경우가 있다. 또한, 제1 전극(21a) 및 제2 전극(21b)을 합쳐 「전극(21a, 21b)」이라고 하는 경우가 있다. 또한, 쇼트 플레이트(201)의 제1 접촉자(201a) 및 제2 접촉자(201b)를 합쳐 「접촉자(201a, 201b)」라고 하는 경우가 있다. 또한, 제1 캡 부재(20a)와 제2 캡 부재(20b)를 합쳐 「캡 부재(20a, 20b)」라고 하는 경우가 있다.
- [0043] 도 3a~도 3e는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 구체적인 구조의 일례를 도시하는 도면이다. 여기서는, n=5로 한 경우가 도시되어 있다.
- [0044] 여기서, 도 3a 및 도 3b는, 각각 밸브축(200)이 전폐 위치(Pc), 위치(Pa)(밸브 개방도: 20%), 위치(Pm)(밸브 개방도: 50%), 위치(Pb)(밸브 개방도: 70%), 전개 위치(Po)(밸브 개방도: 100%)의 어느 것에 도달한 상태에 있어서의 ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 구조를 모식적으로 도시하는 평면도 및 단면도이다. 또한 도 3c 및 도 3d는, 각각 밸브축(200)이 상기한 소정 위치의 어디에도 도달하지 않았을 때의 ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 구조를 모식적으로 도시하는 평면도 및 단면도이다. 또한 도 3e는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 구조를 모식적으로 도시하는 측면도이다.
- [0045] 이 예에 있어서, 개개의 ON/OFF 센서(2_i)(1≤i≤n)는, 도 3a~도 3e에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)의 주위에 마련되는 프린트 기관(20) 상에, 저항(R)과 전극(21a, 21b)을 배치하고, 밸브축(200)에 쇼트 플레이트(201)를 설치함으로써 실현할 수 있다.
- [0046] 구체적으로는, 프린트 기관(20)의 제1 주면(20a)에 제1 전극(21a)을 형성함과 더불어, 제1 전극(21a)과 전원 전압이 공급되는 전원 라인(Vcc) 사이에 저항(R)을 접속한다. 또한, 프린트 기관(20)의 제2 주면(20b)에 제2 전극(21b)을 형성함과 더불어, 제2 전극(21b)을, 그라운드 전압이 공급되는 그라운드 라인(GND)에 접속한다. 프린트 기관(20)의 2개의 주면(20a, 20b)에 각각 형성되는 복수의 전극(21a, 21b)은, 밸브축(200)의 축을 중심으로 하는 원주(C1)를 따라 배치되어 있다. 여기서, 저항(R)은, 예컨대 프린트 기관(20)의 제1 주면(20a)에 배치하면 된다. 또한 전원 라인(Vcc)은, 예컨대 프린트 기관(20)의 제1 주면(20a)에 형성하고, 그라운드 라인(GND)은, 예컨대 프린트 기관(20)의 제2 주면(20b)에 형성하면 된다.
- [0047] 프린트 기관(20)의 제1 주면(20a)에는, 후술하는 위치 산출부(3), 조작량 산출부(4) 및 보정부(10)로서 기능하는 마이크로컨트롤러나 CPU 등의 프로그램 처리 장치를 포함하는 IC 칩(30)이나 기억용 메모리 등이 배치된다. 여기서, 상술한 저항(R)과 전극(21a)이 접속되는 노드(na)는, IC 칩(30)의 어느 하나의 입력 단자에 접속된다.
- [0048] 밸브축(200)은, 프린트 기관(20)에 형성된 관통 구멍(20c)에 삽입 관통되어 있다. 밸브축(200)의 축선과 프린트 기관(20)의 주면(20a, 20b)은 상호 직교한다. 밸브축(200)의 외주면에는 쇼트 플레이트(201)가 접합되어 있다.
- [0049] 도 3b, 도 3d에 도시하는 것과 같이, 쇼트 플레이트(201)는, 예컨대 측면에서 봤을 때 「ㄱ」자형으로 형성되어 있다. 쇼트 플레이트(201)는, 예컨대 놋쇠나 스테인리스 등의 금속으로 이루어지는 단축형의 관 부재를 굽힘 가공하여 측면에서 봤을 때 「ㄱ」자형으로 형성하면 된다. 이러한 쇼트 플레이트(201)를 밸브축(200)의 측면에 나사 등으로 고정함으로써, 이 쇼트 플레이트(201)는, 일단이 밸브축(200)에 고정되며 이 밸브축(200)의 직경 방향으로 연장되어 있는 제1 접촉자(201a)와, 이 제1 접촉자(201a)와 전기적으로 접속되고, 일단이 밸브축(20

0)에 고정되며 이 밸브축(200)의 직경 방향으로 연장되어 있는 제2 접촉자(201b)를 제공하게 된다. 제1 접촉자(201a)와 제2 접촉자(201b)는 모두 탄성 변형 가능한 판형의 부재이다. 프린트 기판(20)은 이들 한 쌍의 접촉자(201a, 201b) 사이에 배치된다. 이 상태에서 이들 접촉자(201a, 201b)의 접점(201a', 201b')이 프린트 기판(20)의 걸면과 이면의 2개의 주면(20a, 20b) 방향으로 각각 부세(付勢)되어 있다. 따라서, 밸브축(200)에 고정된 쇼트 플레이트(201)는, 대향하는 한 쌍의 접촉자(201a, 201b)가 프린트 기판(20)을 사이에 끼운 상태에서 밸브축(200)과 함께 회전한다.

[0050] 밸브축(200)이, 전폐 위치(Pc), 밸브 개방도가 20%가 되는 위치(Pa), 밸브 개방도가 50%가 되는 위치(Pm), 밸브 개방도가 70%가 되는 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)의 어느 한 위치에 도달했을 때, 쇼트 플레이트(201)의 접촉자(201a, 201b)는, 이들의 소정 위치에 대응하는 위치에 배치된 전극(21a, 21b)과 접촉한다. 예컨대 도 3a에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)이 회전하여, 쇼트 플레이트(201)가 ON/OFF 센서(2_3)의 위치에 도달했을 때, 쇼트 플레이트(201)의 접점(201a')이 ON/OFF 센서(2_3)의 전극(21a)과 접촉함과 더불어, 쇼트 플레이트(201)의 접점(201b')이 ON/OFF 센서(2_3)의 전극(21b)과 접촉한다. 이 때, 전원 라인(Vcc)에서부터 저항(R), 전극(21a), 쇼트 플레이트(201) 및 전극(21b)을 통해 그라운드 라인(GND)에 이르는 전류 경로가 형성되어, 노드(na)의 전위가 0 V(그라운드 전위)가 된다.

[0051] 한편, 도 3c에 도시하는 것과 같이, 쇼트 플레이트(201)가 ON/OFF 센서(2_1)와 ON/OFF 센서(2_2) 사이에 있을 때는, 즉 밸브축(200)이 중간 위치에 없을 때는, 쇼트 플레이트(201)의 접점(201a', 201b')은, 어느 ON/OFF 센서(2_1~2_5)의 전극(21a, 21b)에도 접촉하지 않는 상태가 된다. 이에 따라, 각 ON/OFF 센서(2_1~2_5)의 노드(na)의 전위가 Vcc(전원 전압)가 된다.

[0052] 이와 같이, 각 ON/OFF 센서(2_1~2_5)의 노드(na)의 전압 변화를 검지 신호로서 IC 칩(30)에 입력함으로써, 밸브축(200)이 회전 방향에 있어서의 소정의 위치에 도달했음을 검출할 수 있게 된다. 따라서, 일단이 전원 라인(Vcc)에 접속된 저항(R)과, 이 저항(R)의 타단에 접속된 전극(21a)과, 그라운드 라인(GND)에 접속된 전극(21b)은, 쇼트 플레이트(201)의 접촉자(201a, 201b)의 타단 측의 일부가, 복수의 전극(21a, 21b) 중 하나에 각각 접촉하면 검지 신호(Pi)를 출력하는 검출 회로를 구성한다.

[0053] 또한 본 실시형태에서는, ON/OFF 센서는, 프린트 기판(20)의 제1 주면(20a) 상에 배치된 캡 부재(24a)와, 제2 주면(20b) 상에 배치된 캡 부재(24b)를 구비하고 있다. 도 3a 및 도 3c에 도시하는 것과 같이, 이들 캡 부재(24a, 24b)는, 각각 프린트 기판(20)의 2개의 주면(20a, 20b) 상에 있어서, 밸브축(200)의 축선을 중심으로 하는 원주(C2)를 따라 배치되어 있다.

[0054] 캡 부재(24a, 24b)는, 플라스틱 등의 재료로 구성되며, 각각 원주(C2)를 따라 주면 상의 소정의 중간 위치에 대응하는 위치, 즉 전극(21a, 21b)이 배치되어 있는 위치에 근접함에 따라서 주면으로부터의 높이가 낮아지는 형상을 갖고 있다. 2개의 주면(20a, 20b)의 각각에서 인접하는 2개의 캡 부재의 상호 대향하는 단부는 상호 이격되어 있다.

[0055] 이들 캡 부재(24a, 24b)를 접착제로 프린트 기판(20)에 고정하기 위해서는 접착제나 나사를 이용하면 된다. 또한, 캡 부재(24a, 24b)를 프린트 기판(20) 상에 실장하는 대신에, 도시하지 않는 수지 케이스 등의 구조물 상에 캡 부재(24a, 24b)를 형성하여도 좋다.

[0056] 도 3d는 밸브축(200)이 소정의 위치, 즉, 도 2에 도시한 전폐 위치(Pc), 위치(Pa), 위치(Pm), 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)의 어딘가에 없을 때의 불연속인 절대적 위치 센서의 모습을 설명하는 도면이다. 도 3d에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)이 소정의 위치 어디에도 없을 때에, 쇼트 플레이트(201)의 접촉자(201a, 201b)는, 프린트 기판(20)의 양 주면(20a, 20b) 상에 각각 마련된 캡 부재(24a, 24b)와 접촉하고, 접촉자(201a, 201b)의 타단 측은 프린트 기판(20)의 양 주면(20a, 20b)으로부터 이격하는 방향으로 이동한다. 따라서, 이 경우는, 접촉자(201a, 201b)의 접점(201a', 201b')은 프린트 기판(20)의 주면(20a, 20b)과는 접촉하지 않는다.

[0057] 이에 대하여, 밸브축(200)이 소정의 위치 어딘가에 있을 때는, 도 3b에 도시하는 것과 같이, 쇼트 플레이트(201)의 접촉자(201a, 201b)는 전극(21a, 21b)에 접촉한다.

[0058] 이어서, 위치 산출부(3), 조작량 산출부(4) 및 조작부(5)에 관해서 설명한다.

[0059] 위치 산출부(3)는, 밸브축(200)의 절대적인 위치를 산출하는 기능부이다. 위치 산출부(3)는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 검지 신호(P1~Pn)가 출력되고 나서의, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출된 기계적 변위(Md)의 적산치와, 그 검지 신호(P1~Pn)를 출력한 ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 대응하는 위치를 나타내는 기준치(AP)에

기초하여, 조작 대상 축의 회전 방향의 절대적인 위치를 산출한다.

- [0060] 또한 기준치(AP)는, 예컨대 ON/OFF 센서(2₁~2_n)에 대응하는 위치를 각도(°)로서 나타낸 수치 데이터이며, 이 수치 데이터는, 기관(20) 상에 마련된 메모리(또는 IC 칩(30) 내의 메모리)에 미리 기억되어 있다.
- [0061] 위치 산출부(3)는, 예컨대 마이크로컨트롤러나 CPU 등의 프로그램 처리 장치에 의한 프로그램 처리에 의해서 실현할 수 있다. 상술한 예의 경우, 프린트 기관(20)에 배치된 IC 칩(30)에 의해서 실현된다.
- [0062] 보다 구체적으로는, 위치 산출부(3)는, 기준치 갱신부(32), 상대적 위치 정보 취득부(31) 및 위치 결정부(33)를 포함한다.
- [0063] 기준치 갱신부(32)는, ON/OFF 센서(2₁~2_n)로부터 검지 신호(P1~Pn)가 출력된 경우에, 기준치(AP)를 갱신함과 더불어 리셋 신호(RST)를 출력하는 기능부이다.
- [0064] 여기서, 기준치(AP)는, 회전 가능 범위(SR) 내에 있어서의 절대적인 위치를 나타내는 값이며, 밸브축(200)의 회전 방향의 절대적인 위치를 산출할 때의 기준이 된다.
- [0065] 구체적으로 기준치 갱신부(32)는, ON/OFF 센서(2₁~2_n)가 검지 신호(P1~Pn)를 출력할 때마다, 기준치(AP)를, 그 검지 신호를 출력한 ON/OFF 센서(2₁~2_n)에 대응하는 위치를 나타내는 값으로 설정한다. 예컨대 도 2의 예의 경우, 우선 밸브축(200)이 회전하여 밸브 개방도가 20%가 되는 위치(Pa)에 도달하여, ON/OFF 센서(2₂)가 검지 신호(P2)를 출력한 경우, 기준치 갱신부(32)는, 기준치(AP)를, ON/OFF 센서(2₂)에 대응하는 위치(Pa)를 나타내는 값으로 설정한다. 그 후, 밸브축(200)이 또 회전하여, 밸브 개방도가 50%가 되는 위치(Pm)에 밸브축(200)이 도달하여 ON/OFF 센서(2₃)가 검지 신호(P3)를 출력한 경우, 기준치 갱신부(32)는, 기준치(AP)를, 위치(Pa)를 나타내는 값에서 ON/OFF 센서(2₃)에 대응하는 위치(Pm)를 나타내는 값으로 변경한다.
- [0066] 상대적 위치 정보 취득부(31)는, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출된 밸브축(200)의 회전 방향의 기계적 변위(Md)를 취득하여, 그 기계적 변위(Md)의 적산치(RP)를 산출하는 기능부이다. 예컨대 상대적 위치 정보 취득부(31)는, 상대적 위치 센서(1)로서의 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 출력되는 펄스를 카운트하여, 그 펄스수의 적산치(RP)를 산출한다.
- [0067] 또한, 상대적 위치 정보 취득부(31)는, 기준치 갱신부(32)로부터 리셋 신호(RST)가 출력된 경우에, 지금까지 카운트하고 있었던 펄스수의 적산치(RP)를 리셋한다. 리셋 후, 상대적 위치 정보 취득부(31)는 펄스의 카운트 동작을 재개한다.
- [0068] 즉, 상대적 위치 정보 취득부(31)는, ON/OFF 센서(2₁~2_n)의 어디로부터 검지 신호가 출력될 때마다 적산치(RP)를 리셋한다. 따라서, 상대적 위치 정보 취득부(31)에 의해서 산출되는 적산치(RP)는, 직전에 기준치(AP)가 갱신되고 나서 다음에 기준치(AP)가 갱신될 때까지, 로터리 인코더로부터 출력된 펄스수의 누적치가 된다.
- [0069] 위치 결정부(33)는, 기준치 갱신부(32)에 의해서 생성된 기준치(AP)와, 상대적 위치 정보 취득부(31)에 의해서 산출된 펄스수의 적산치(RP)에 기초한 밸브축(200)의 회전 방향의 기계적 변위량을 가산하여, 회전 가능 범위(SR)에 있어서의 밸브축(200)의 절대적인 위치를 산출한다. 위치 결정부(33)는, 산출한 밸브축(200)의 절대적인 위치를 밸브 개방도로 환산하고, 환산한 값을 실제 개방도(PV)로서 출력한다.
- [0070] 조작량 산출부(4)는, 밸브축(200)의 회전 방향의 목표 위치로서의 밸브 개방도의 목표치(SP)와, 위치 산출부(3)에 의해서 산출된 실제 개방도(PV)에 기초하여, 밸브축(200)의 조작량을 산출하는 기능부이다. 조작량 산출부(4)는, 예컨대 위치 산출부(3)와 마찬가지로, 마이크로컨트롤러나 CPU 등의 프로그램 처리 장치에 의한 프로그램 처리에 의해서 실현할 수 있다. 상술한 예의 경우, 프린트 기관(20)에 배치된 IC 칩(30)에 의해서 실현된다.
- [0071] 구체적으로는, 조작량 산출부(4)는 목표치 취득부(41), 편차 산출부(42) 및 조작량 결정부(43)를 포함한다.
- [0072] 목표치 취득부(41)는, 예컨대 밸브 제어 시스템에 있어서의 상위 장치(도시하지 않음)로부터 주어진 밸브 개방도의 목표치(SP)를 취득하는 기능부이다. 목표치(SP)는, 외부 컨트롤러로부터 통신이나, 예컨대 4~20 mA의 아날로그 신호에 의해서 설정된다.
- [0073] 편차 산출부(42)는, 목표치 취득부(41)에 의해서 취득된 밸브 개방도의 목표치(SP)와, 위치 산출부(3)에 의해서 산출된 실제 개방도(PV)의 편차(ΔP)를 산출하는 기능부이다.
- [0074] 조작량 결정부(43)는, 편차 산출부(42)에 의해서 산출된 편차(ΔP)에 기초하여, 밸브축(200)이 목표치(SP)에 기

초한 회전 방향의 목표 위치에 도달할 때까지 필요한 조작량(MV)을 산출한다.

- [0075] 조작부(5)는, 조작량 산출부(4)에 의해서 산출된 조작량(MV)에 기초하여, 벨브축(200)을 회전 가능 범위(SR) 내에서 조작하는 기능부이다. 구체적으로, 조작부(5)는 전동 모터(52), 전동 모터 구동부(51) 및 감속기(53)를 포함한다.
- [0076] 전동 모터(52)는 벨브축(200)을 조작하기 위한 회전력을 발생시키는 부품이다. 전동 모터(52)로서는 브러시리스 모터나 스테핑 모터, 동기 모터 등을 예시할 수 있다.
- [0077] 전동 모터 구동부(51)는 전동 모터(52)를 구동하는 기능부이다. 구체적으로 전동 모터 구동부(51)는, 조작량 산출부(4)에 의해서 산출된 조작량(MV)에 따른 전류(또는 전압)를 전동 모터(52)에 인가함으로써, 전동 모터(52)의 출력축을 회전시킨다.
- [0078] 감속기(53)는, 전동 모터(52)에 의해 발생한 회전력을 감속하여 벨브축(200)에 전달하는 동력 전달 기구이다. 예컨대 감속기(53)는, 평톱니바퀴 기구 등의 각종 톱니바퀴 기구에 의해서 구성되어 있다. 감속기(53)의 출력축이 벨브축(200)에 연결됨으로써, 전동 모터(52)의 회전력을 소정의 감속비로 감속한 회전력에 의해서 벨브축(200)을 회전시킬 수 있다.
- [0079] 이어서, 보정부(10)에 관해서 설명한다. 이 보정부(10)는, 위치 산출부(3)에서 산출되는 벨브축(200)의 절대적인 위치에 대하여 변화를 가져오는 요인, 구체적으로는 ON/OFF 센서(2_1~2_n)를 구성하는 요소의 마모에 의한 경시적 형상 변화, 특히 캠 부재(24a, 24b)의 마모에 의한 경시적 형상 변화와 같은 요인이 생긴 경우에, 「보정 동작 모드에 있어서의 동작 원리」 부분에서 상세히 설명하는 방법에 의해, 벨브축(200)의 절대적인 위치를 산출할 때에 이용되는 기준치(AP)를 보정하고, 이로써 상기 변화를 시정하는 기능부이다.
- [0080] 보정부(10)는, 조작 지시부(11), 위치 검출부(12), 위치 정보 보존부(13), 검출 위치 변화량 산출부(14) 및 기준치 보정량 산출부(15)와 같은 기능부로 주로 구성되며, 예컨대 기관(20) 상에 마련된 메모리(또는 IC 칩(30) 내의 메모리)에 연산 프로그램의 형태로 들어간다.
- [0081] 조작 지시부(11)는, 예컨대 전원 투입 후에 자동적으로 실행되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드(보정 모드의 상세한 것에 관해서는 후술한다.)에 있어서, 제1 위치와 제2 위치 사이에 위치하는 벨브축(200)(조절 벨브)을, 중간 위치, 즉, 전폐 위치(Pc), 벨브 개방도 20% 위치(Pa), 벨브 개방도 50% 위치(Pm), 벨브 개방도 70% 위치(Pb) 및 전개 위치(Po) 중의 적어도 하나(이하, 「특정 중간 위치(Pa)」라고 한다.)와 기준 위치(Pst)(기준 위치에 관해서는 「보정 동작 모드에 있어서의 동작 원리」 부분에서 상세히 설명한다.)와의 사이에서 회전시키거나 또는 정지시키는 지시를 부여하는 기능부이다. 조작 지시부(11)는, 벨브축(200)을 회전시키는 지시 신호(SS10)를 조작부(5)로 향해서 출력함과 더불어, 후술하는 위치 검출부(12)로부터 출력되는 회전 정지의 지시 신호(SS16)를 수신했을 때, 벨브축(200)의 회전을 정지시키는 지시 신호(SS10-2)를 조작부(5)로 향해서 출력한다.
- [0082] 위치 검출부(12)는, 상기 조작 지시부(11)로부터의 지시 명령에 기초하여 회전하는 벨브축(200)의 위치를 검출하는 기능부이다. 위치 검출부(12)는, 예컨대 ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터의 검지 신호(이하, 통상 동작 모드에 있어서의 검지 신호와 구별하기 위해서 「보정용 검지 신호(SS11)」라고 한다.)를 수신하여, 이 수신의 시작 또는 수신 종료료를 트리거로, 보정 시에 있어서의 특정 중간 위치(Pa)를 검출하는 기능부이다. 또한, 특정 중간 위치(Pa)의 검출에 관해서는 「보정 동작 모드에 있어서의 동작 원리」 부분에서 상세히 설명한다. 특정 중간 위치(Pa)의 검출에 관한 정보(SS13)는, 위치 검출부(12)로부터 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 송신된다.
- [0083] 또한, 위치 검출부(12)는, 예컨대 기준 위치(Pst)에 배치된 기준 위치 ON/OFF 센서(기준 위치 ON/OFF 센서(12a, 12b). 상세한 것에 관해서는 후술한다.)로부터 출력되는 기준 위치 검지 신호(SS14)를 수신함으로써, 벨브축(200)이 기준 위치(Pst)에 있음을 검출하고, 이 검출 정보(SS15)를 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 송신한다.
- [0084] 더욱이, 위치 검출부(12)는, 특정 중간 위치(Pa) 및 기준 위치(Pst)를 검출하면, 벨브축(200)의 회전을 정지시키는 지시 신호(SS16)를 조작 지시부(11)로 향해서 출력한다.
- [0085] 위치 정보 보존부(13)는, 특정 중간 위치(Pa)와 기준 위치(Pst) 사이를 회전하는 벨브축(200)의 변위량(이하, 「회전 구간 변위량(La)」이라고 한다.)의 초기치(이하, 보정 시의 「회전 구간 변위량(La)」과 구별하기 위해서 「회전 구간 초기 변위량(Laref)」이라고 한다.) 및 회전 구간 초기 변위량(Laref)에 대응한 벨브축

(200)의 회전 각도(이하, 「초기 회전 각도(θ_{aref})」라고 한다.)에 관한 정보(이하, 「특정 중간 위치(P_a)에 관한 초기 정보」라고 한다.)를 기억하는 기능부이다. 또한, 위치 정보 보존부(13)는, 제1 위치와 제2 위치 사이를 회전하는 밸브축(200)의 변위량(이하, 「회전 가능 구간 변위량(L_{sp})」이라고 한다.) 및 회전각(이하, 「최대 회전각(θ_{sp})」이라고 한다.)과 같은 정보(이하, 「기본 정보」라고 한다.)도 기억한다.

- [0086] 초기 정보 및 기본 정보는, 예컨대 기관(20) 상(또는 IC 칩(30) 내)에 마련된 불휘발성 메모리에 기억된다.
- [0087] 여기서, 상기 초기 및 초기치란, 본 실시형태에 따른 회전 제어 장치(100)가 제조된 직후에, 공장의 완성품 검사 공정 등에 있어서, 「회전 구간 변위량(L_a)의 초기치의 계측 방법」 부분에서 후술하는 소정의 방법에 의해서 회전 구간 변위량(L_a)이 계측되는 시점 및 그 계측치를 의미한다.
- [0088] 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 「보정 모드의 동작 원리」 부분에서 상세히 설명하는 방법에 의해서, 보정 시의 회전 구간 변위량(L_a)을 계측하고, 이 회전 구간 변위량(L_a)과 위치 정보 보존부(13)에 저장되어 있는 회전 구간 초기 변위량(L_{aref})으로부터 이들의 차분에 상당하는 경시적 변화량(ΔL_a)을 측정하는 기능부이다.
- [0089] 여기서, 회전 구간 변위량(L_a) 및 회전 구간 초기 변위량(L_{aref})은, 모두 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위의 적산치, 보다 구체적으로는, 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 모터리 인코더로부터 일정한 회전각마다 출력되는 펄스수의 적산치로서 계측된다(이하, 회전 구간 변위량(L_a)에 대응하는 적산치를 「회전 구간 적산치(PC_a)」라고 하고, 회전 구간 초기 변위량(L_{aref})에 대응하는 적산치를 「회전 구간 초기 적산치(PC_{aref})」라고 한다.).
- [0090] 또한, 상기 기본 정보인 회전 가능 구간 변위량(L_{sp})도, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위의 적산치(이하, 「회전 가능 구간 적산치(PC_{sp})」라고 한다.)의 형태로 계측된다.
- [0091] 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 위치 검출부(12)가 출력하는 검출 신호(SS13) 및 검출 신호(SS15)를 수신함과 더불어, 상대 위치 센서(1)로부터 기계적 변위(M_d)에 관한 정보를 수신한다. 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 이들 수신 정보에 기초하여, 회전 구간 적산치(PC_a)를 계측한다. 또한, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 위치 정보 보존부(13)에 저장되어 있는, 회전 구간 초기 변위량(L_{aref})에 대응한 회전 구간 초기 적산치(PC_{aref})에 관한 정보(SS17)를 수신하고, 이 회전 구간 초기 적산치(PC_{aref})와 회전 구간 적산치(PC_a)의 차분으로부터 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)을 측정한다.
- [0092] 기준치 보정량 산출부(15)는, 검출 위치의 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)과 밸브축(200)의 최대 회전각(θ_{sp}) 및 이 회전각에 대응한 회전 구간 변위량(L_{sp})에 상당하는 회전 가능 구간 적산치(PC_{sp})로부터 기준치(AP)에 대한 보정량($\Delta \theta$)을 산출하는 기능부이다.
- [0093] 기준치 보정량 산출부(15)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)로부터 검출 위치의 경시적 변화량(ΔL_a) 및 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)에 관한 정보(SS18)를 수신하고, 또한, 초기 시의 밸브축(200)의 최대 회전각(θ_{sp})과 이 회전각에 대응한 회전 구간 변위량(L_{sp})(회전 가능 구간 적산치(PC_{sp}))에 관한 정보(SS19)를 위치 정보 보존부(13)로부터 수신한다.
- [0094] 또한, 본 실시형태에 따른 회전 제어 장치(100)는, 회전 구간 변위량(L_a)을 계측할 때의 기점 또는 종점이 되는 기준 위치(P_{st})를 검출하기 위한 센서로서, 상술한 것과 같이, 기준 위치 ON/OFF 센서(기준 위치 ON/OFF 센서(12a, 12b))를 구비한다.
- [0095] 이 기준 위치 ON/OFF 센서는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)와 마찬가지로, 밸브축(200)이 회전 방향에 있어서 특정 위치에 도달했음을 나타내는 전기 신호를 출력할 수 있는 부품이면 되며, 예컨대 리미트 스위치, 포토 인터럽터 및 홀 소자로 구성된다. 여기서, 상기 전기 신호는, 밸브축(200)이 회전 방향에 있어서 특정 위치에 도달했음을 나타내는 신호면 되며, 예컨대 온·오프 신호(상태를 나타내는 신호, 예컨대 디지털 신호)이다. 기준 위치 ON/OFF 센서는, 밸브축(200)이 기준 위치(P_{st})에 도달하면 기준 위치 도달 신호(Q)를 출력하도록 구성되어 있다.
- [0096] 본 실시형태는, 밸브축(200)의 회전 가능한 범위의 끝점을 형성하는 제1 위치 및 제2 위치에, 제1 기준 위치(P_{st1}) 및 제2 기준 위치(P_{st2})를 두고 있다. 이 때문에, 밸브축(200)이 제1 기준 위치(P_{st1})에 도달했을 때에 제1 기준 위치 도달 신호(Q1)를 출력하는 제1 기준 위치 ON/OFF 센서(12a)가 제1 위치에, 밸브축(200)이 제2 기준 위치(P_{st2})에 도달했을 때에 제2 기준 위치 도달 신호(Q2)를 출력하는 제2 기준 위치 ON/OFF 센서(12b)가 제2 위치에 각각 배치되어 있다.
- [0097] 또한 본 실시형태에서는, 제1 위치가 전폐 위치(P_c)로 구성되고, 제2 위치가 전개 위치(P_o)로 구성되어 있다.

이 때문에, 제1 기준 위치(Pst1)와 전폐 위치(Pc)는 동일한 위치에 있고, 제2 기준 위치(Pst2)와 전개 위치(Po)는 동일한 위치에 있다. 따라서, 구조적으로 가능하다면, 전폐 위치(Pc) 측의 기준 위치 ON/OFF 센서(12a)를 ON/OFF 센서(2_1)로 대응(代用)하고, 전개 위치(Po) 측의 기준 위치 ON/OFF 센서(12b)를 ON/OFF 센서(2_5)로 대응하여도 좋다.

- [0098] 이 때, 전폐 위치(Pc) 및 전개 위치(Po)의 검출 위치가 경시적으로 변화하지 않도록, 예컨대 이들 위치를 검출하는 ON/OFF 센서(2_1 및 2_5)의 근방에, 벨브축(200)의 회전을 기계적으로 규제하는 요소(예컨대 스톱퍼(W))가 배치되어 있는 것이 바람직하다. ON/OFF 센서(2_1, 2_5)가 구비하는 전극(21a, 21b) 및 캠 부재(24a, 24b) 등의 경시적 형상 변화에 의해서 전폐 위치(Pc) 및 전개 위치(Po)의 검출 위치가 경시적으로 변화되는 것이 상정되는 경우에는, 기준 위치 ON/OFF 센서(12a, 12b)를, ON/OFF 센서(2_1, 2_n)로 대응하는 일 없이, 경시적 형상 변화가 없는 부위에 별도 설치하는 것이 바람직하다.
- [0099] <<회전 제어 장치(100)에 있어서의 통상 동작 모드의 동작 원리>>
- [0100] 이어서, 상기 구성으로 이루어지는 본 실시형태에 따른 회전 제어 장치(100)의 동작 양태 중, 통상 동작 모드의 동작 원리에 관해서, 그 일례를 도 1 내지 도 5를 참조하면서 설명한다.
- [0101] 우선, 회전 제어 장치(100)에 의한 원점 복귀 동작에 관해서 설명한다.
- [0102] 도 4는 실시형태 1에 따른 회전 제어 장치(100)의 원점 복귀 동작 모드에 있어서의 동작의 흐름을 도시하는 도면이다.
- [0103] 여기서는, 회전 제어 장치(100)의 전원 투입 시점에서, 벨브축(200)이 벨브 개방도가 80%가 되는 위치에 도달하고 있는 경우를 예로 들어 설명한다.
- [0104] 회전 제어 장치(100)에 전원이 투입된 경우, 회전 제어 장치(100)는, 상대적 위치 센서의 원점 복귀 처리를 행하는 원점 복귀 동작 모드로 동작을 시작한다. 원점 복귀 동작 모드에 있어서, 회전 제어 장치(100)는, 조절 벨브를 닫는 방향으로 전동 모터(52)를 구동한다(S11). 구체적으로는, 전동 모터 구동부(51)는, 조작량 결정부(43)에 의해서 벨브 개방도가 0%가 되도록 산출된 조작량(MV)에 기초하여, 전동 모터(52)를 구동한다.
- [0105] 이어서, 회전 제어 장치(100)는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호가 출력되었는지 여부를 판정한다(S12). 단계 S12에 있어서, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호가 출력되지 않은 경우에는, 회전 제어 장치(100)는 계속해서 벨브 개방도가 0%가 되도록 전동 모터(52)를 구동한다.
- [0106] 한편, 단계 S12에 있어서, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호가 출력된 경우에는, 회전 제어 장치(100)는, 검지 신호를 출력한 ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 대응하는 위치를, 벨브축(200)의 절대적인 위치를 산출할 때의 기준치(AP)(초기점)로 한다(S13).
- [0107] 예컨대 도 2의 예의 경우, 단계 S11에 있어서 벨브 개방도가 80%가 되는 위치에서 0%가 되는 방향으로 벨브축(200)이 회전하고, 그 후, 벨브 개방도가 70%가 되는 위치(Pb)에 벨브축(200)이 도달했을 때에, ON/OFF 센서(2_4)로부터 검지 신호(P4)가 출력된다. 이 때, 위치 산출부(3)에 있어서의 기준치 갱신부(32)는, 검지 신호(P4)를 출력한 ON/OFF 센서(2_4)에 대응하는 위치(Pb)를 나타내는 값을 기준치(AP)로서 설정함과 더불어 리셋 신호(RST)를 출력한다.
- [0108] 기준치 갱신부(32)로부터의 리셋 신호(RST)를 받은 상대적 위치 정보 취득부(31)는, 지금까지 카운트하고 있었던 펄스수의 적산치(RP)를 리셋한다(S14).
- [0109] 이상에 의해 원점 복귀 처리가 완료되고, 회전 제어 장치(100)는 원점 복귀 동작 모드에서 통상 동작 모드로 이행한다.
- [0110] 이어서, 원점 복귀 후의 통상 동작 모드에 있어서의 회전 제어 장치(100)의 동작에 관해서 설명한다.
- [0111] 도 5는 실시형태 1에 따른 회전 제어 장치의 통상 동작 모드에 있어서의 동작의 흐름을 도시하는 흐름도이다.
- [0112] 회전 제어 장치(100)는, 원점 복귀 동작 모드가 종료되면, 통상 동작 모드로 이행한다. 통상 동작 모드에 있어서, 회전 제어 장치(100)는, 상위 장치로부터 벨브 개방도의 목표치(SP)의 변경이 지시될 때까지 대기한다(S20). 벨브 개방도의 목표치(SP)의 변경이 지시된 경우에는, 회전 제어 장치(100)의 편차 산출부(42)가, 위치 산출부(3)에 의해서 산출된 벨브축(200)의 절대적인 위치에 기초한 실제 개방도(PV)가 상위 장치로부터 지시된 목표치(SP)보다도 큰지 여부를 판정한다(S21).

- [0113] 단계 S21에 있어서, 실제 개방도(PV)가 목표치(SP)보다도 큰 경우, 회전 제어 장치(100)는, 조절 밸브를 닫는 방향으로 전동 모터(52)를 구동한다(S22a). 구체적으로는, 조작량 결정부(43)가, 편차 산출부(42)에 의해서 산출된 편차(ΔP)에 기초하여, 밸브 개방도가 목표치(SP)가 되도록 조작량(MV)을 산출하고, 전동 모터 구동부(51)가, 그 조작량(MV)에 기초하여 전동 모터(52)를 구동한다.
- [0114] 한편, 단계 S21에 있어서, 실제 개방도(PV)가 목표치(SP)보다도 작은 경우, 회전 제어 장치(100)는, 조절 밸브를 여는 방향으로 전동 모터(52)를 구동한다(S22b). 구체적으로는, 조작량 결정부(43)가, 편차 산출부(42)에 의해서 산출된 편차(ΔP)에 기초하여, 밸브 개방도가 목표치(SP)가 되도록 조작량(MV)을 산출하고, 전동 모터 구동부(51)가, 그 조작량(MV)에 기초하여 전동 모터(52)를 구동한다.
- [0115] 단계 S22a 또는 단계 S22b 후, 회전 제어 장치(100)는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 하나로부터 검지 신호가 출력되었는지 여부를 판정한다(S23).
- [0116] 단계 S23에 있어서, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호가 출력되지 않은 경우에는, 회전 제어 장치(100)는, 직전에 기준치 갱신부(32)에 의해서 설정된 기준치(AP)와, 상대적 위치 정보 취득부(31)에 의해서 산출된 상대적 위치 센서(1)로부터의 출력 펄스수의 적산치(RP)에 기초한 밸브축(200)의 기계적 변위량에 기초하여, 실제 개방도(PV)(밸브축(200)의 절대적인 위치)를 산출한다(S26).
- [0117] 예컨대, 상술한 원점 복귀 처리(단계 S11~S14) 후, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호가 한 번도 출력되지 않은 경우에는, 원점 복귀 동작 모드의 단계 S13에 있어서 설정한 기준치(AP)(상기 예의 경우, 밸브 개방도가 70%가 되는 위치)에, 상대적 위치 정보 취득부(31)에 의해서 산출된 적산치(RP)에 기초한 밸브축(200)의 기계적 변위량을 가산함으로써, 실제 개방도(PV)를 산출한다.
- [0118] 한편, 단계 S23에 있어서, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호가 출력된 경우에는, 회전 제어 장치(100)는 기준치(AP)를 갱신한다(S24). 구체적으로는 기준치 갱신부(32)가, 검지 신호를 출력한 ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 대응하는 위치를 새로운 기준치(AP)로 설정한다. 예컨대 상술한 원점 복귀 동작 모드에 있어서, 기준치(AP)가 위치(Pb)(밸브 개방도: 70%)를 나타내는 값으로 설정된 직후의 단계 S23에 있어서, ON/OFF 센서(2_3)로부터 검지 신호(P3)가 출력된 경우에는, 기준치 갱신부(32)는, 기준치(AP)를, 위치(Pb)(밸브 개방도: 70%)를 나타내는 값에서 위치(Pm)(밸브 개방도: 50%)를 나타내는 값으로 변경한다. 이 때, 기준치 갱신부(32)는 리셋 신호(RST)도 출력한다.
- [0119] 기준치 갱신부(32)로부터의 리셋 신호(RST)를 받은 상대적 위치 정보 취득부(31)는, 지금까지 카운트하고 있었던 상대적 위치 센서(1)의 출력 펄스수의 적산치(RP)를 리셋한다(S25).
- [0120] 이어서, 회전 제어 장치(100)는, 단계 S24에 있어서 기준치 갱신부(32)에 의해서 설정된 기준치(AP)와, 단계 S25에서 리셋된 후에 상대적 위치 정보 취득부(31)에 의해서 카운트된 적산치(RP)에 기초하여, 실제 개방도(PV)(밸브축(200)의 절대적인 위치)를 산출한다(S26). 예컨대 단계 S24에 있어서, 기준치(AP)가 위치(Pm)(밸브 개방도: 50%)를 나타내는 값으로 변경된 경우에는, 그 기준치(AP)에, 단계 S25 이후에 상대적 위치 정보 취득부(31)에 의해서 카운트된 적산치(RP)에 기초한 밸브축(200)의 기계적 변위량을 가산함으로써 밸브축(200)의 절대적인 위치를 산출하여, 그 위치로부터 실제 개방도(PV)를 산출한다.
- [0121] 이어서, 회전 제어 장치(100)는, 단계 S26에 있어서 산출된 실제 개방도(PV)가 목표치(SP)와 일치하는지 여부를 판정한다(S27).
- [0122] 단계 S27에 있어서, 실제 개방도(PV)가 목표치(SP)와 일치하지 않는 경우에는, 단계 S21로 되돌아가, 회전 제어 장치(100)는 재차 상술한 처리(S21~S26)를 행한다. 한편, 단계 S27에 있어서 실제 개방도(PV)가 목표치(SP)와 일치한 경우에는, 회전 제어 장치(100)는 밸브 개방도를 목표치로 설정하는 일련의 처리를 종료한다.
- [0123] <<회전 제어 장치(100)에 있어서의 보정 모드의 원리>>
- [0124] 이어서, 상기 구성으로 이루어지는 본 실시형태에 따른 회전 제어 장치(100)의 동작 양태 중, 예컨대 전원 투입 후에 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드의 동작 원리에 관해서, 도 6 내지 도 23을 참조하면서 설명한다.
- [0125] <보정 모드의 동작 원리의 개요>
- [0126] 처음에, 밸브축(200)의 절대적인 위치에 변화를 가져오는 요인에 관해서 설명한다.
- [0127] 기관(20) 및 이 기관(20)에 설치된 전극(21a, 21b)이나 캠 부재(24a, 24b)와 같은 ON/OFF 센서(2_1~2_n)를 구

성하는 요소는, 회전 제어 장치(100)가 작동하고 있는 동안 쇼트 플레이트(201)를 통해 밸브축(200)에 접합하는 접촉자(201a, 201b)와 접촉하기 때문에, 사용 시간·빈도에 비례하여 마모된다. 이들 구성 요소의 마모에 의한 경시적 형상 변화, 특히 캠 부재(24a, 24b)의 마모에 의한 경시적 형상 변화는, 접촉자(201a, 201b)와 전극(21a, 21b)의 접촉 양태를 변화시켜, 이 결과, ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 의해서 검출되는 조작 대상 축(200)의 위치, 바꿔 말하면, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 검지 신호(P1~Pn)가 출력될 때의 밸브축(200)의 회전 위치를 경시적으로 변화시킨다. 이 때문에, 밸브축(200)의 위치를 정확하게 검출하기 위해서는, 검지 신호(P1~Pn)에 기초하여 검출되는 중간 위치, 즉, 전폐 위치(Pc), 밸브 개방도 20% 위치(Pa), 밸브 개방도 50% 위치(Pm), 밸브 개방도 70% 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)를 나타내는 기준치(AP)도 경시적 변화에 맞춰 변화시킬 필요가 있다. 그런데, ON/OFF 센서(2_1~2_n)가 불연속인 절대적 위치 센서로서 기능하는 회전 제어 장치(100)에 있어서는, ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 의해서 검출되는 전폐 위치(Pc), 위치(Pa), 위치(Pm), 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)를 나타내는 각각의 기준치(AP)는, 통상 동작 모드에 있어서 고정되어 있다. 이 때문에, 검지 신호(P1~Pn)가 출력될 때의 밸브축(200)의 회전 위치와, 고정된 기준치(AP)에 기초하여 산출되는 밸브축(200)의 절대적인 회전 위치에 어긋남(齟齬)이 생기게 된다.

[0128] 본 실시형태에서는, 검지 신호(P1~Pn)가 출력되는 시점에 있어서의 밸브축(200)의 회전 위치의 경시적 변화가 ON/OFF 센서(2_1~2_n)에 의해서 검출되는 특정 중간 위치(Pa)의 검출 위치의 경시적 변화라고 하는 이해 하에서 보정이 이루어진다. 여기서, 특정 중간 위치(Pa)의 검출 위치의 경시적 변화를, 특정 중간 위치(Pa)와 기준 위치(Pst) 사이를 회전하는 밸브축(200)(보다 상세하게는 밸브축(200)과 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))의 회전 구간 변위량(La)의 경시적 변화량(ΔLa)으로 파악하여, 이 변화량을 초기 시와 보정 시에 있어서 계속한다. 그리고, 보정 시의 회전 구간 변위량(La)(이하, 단순히 「회전 구간 변위량(La)」이라고 한다.)과 초기 시의 회전 구간 변위량(La)(이하, 「회전 구간 초기 변위량(Laref)」이라고 한다.)의 차분으로부터 구해지는 경시적 변화량(ΔLa)을 이용하여, 중간 위치(여기서 말하는 중간 위치란, 특정 중간 위치(Pa)를 포함한 모든 중간 위치를 의미한다)를 나타내는 기준치(AP)의 보정량(ΔAP)을 산출한다.

[0129] 밸브축(200)의 회전 구간 변위량(La)은, 상술한 것과 같이, 기준 위치(Pst)와 특정 중간 위치(Pa) 사이를 밸브축(200)이 회전하는 동안에 상대적 위치 센서(1)가 검출하는 기계적 변위(Md), 보다 구체적으로는 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 일정 회전각마다 출력되는 펄스수의 적산치의 형태로 정량적으로 측정된다. 밸브축(200)의 회전 구간 변위량(La)의 경시적 변화량(ΔLa)은, 초기 시에 측정된 회전 구간 초기 적산치(PCaref)와 보정 시에 측정된 회전 구간 적산치(PCa)의 차분인 경시적 적산 변화량(ΔPCa)의 형태로 정량적으로 측정된다.

[0130] 기준 위치(Pst)는, 상술한 것과 같이, 회전 구간 변위량(La)을 측정할 때의 기점 또는 종점이 되는 위치이며, 필요에 따라서 여러 개 둘 수 있다. 또한, 기준 위치(Pst) 중 적어도 하나는, 경시적 변화를 동반하지 않는 위치, 예컨대 밸브축(200)의 회전을 기계적으로 규제하여, 밸브축(200)의 회전 범위의 끝점을 형성하는 위치인 제1 위치 및 제2 위치의 어느 것에 두는 것이 바람직하다.

[0131] 본 실시형태에서는, 전폐 위치(Pc)가 배치된 제1 위치에 제1 기준 위치(Pst1)가 놓이고, 전개 위치(Po)가 배치된 제2 위치에 제2 기준 위치(Pst2)가 놓여 있다. 이 때문에, 초기 시(즉, ON/OFF 센서(2)를 구성하는 각 요소에 경시적 형상 변화가 없을 때)에 있어서, 제1 기준 위치(Pst1)와 전폐 위치(Pc) 및 제2 기준 위치(Pst2)와 전개 위치(Po)가, 각각 동일 위치에 놓이게 된다.

[0132] 특정 중간 위치(Pa)는, 상술한 것과 같이, ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 출력되는 검지 신호(P1~Pn)에 의해서 검출되는 불연속인 절대적 위치 n의 적어도 하나, 즉, 전폐 위치(Pc), 밸브 개방도 20% 위치(Pa), 밸브 개방도 50% 위치(Pm), 밸브 개방도 70% 위치(Pb) 및 전개 위치(Po) 중 하나 또는 2개 또는 3개 또는 4개 또는 전부이며, 기준치(AP)에 의해 예컨대 각도(°)로서 정량적으로 표시된다.

[0133] 특정 중간 위치(Pa)의 검출은 이하에 나타내는 방법에 의해서 실행된다.

[0134] 즉, 조작 지시부(11)를 통한 회전 지시에 의해, 밸브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b)(보다 상세하게는 접촉자(201a, 201b)의 선단부에 배치된 접점(201a', 201b'))가 특정 중간 위치(Pa)에 도달하는 위치, 즉, 특정 중간 위치(Pa)에 마련된 ON/OFF 센서(2_a)의 전극(21a, 21b)과 접촉하는 위치까지 회전하면, ON/OFF 센서(2_a)로부터 출력되는 보정용 검지 신호(SS11)를 위치 검출부(12)는 수신한다. 여기서, 중간 위치를 고정밀도(고분해능)로 검출하기 위해서는, 접촉자(201a, 201b)와 전극(21a, 21b)이 접촉하고 있는 동안에 상대적 위치 센서(1)에 의해서 기계적 변위(Md)가 검출되지 않도록, ON/OFF 센서(2_1~2_n)(보다 상세하게는 ON/OFF 센서(2_1~2_n)를 구성하는 전극(21a, 21b)이나 캠 부재(24a, 24b) 등)를 설계하는 것이

바람직하다. 그러나, 설명 이와 같이 설계하더라도, ON/OFF 센서(2₁~2_n)의 구성 요소, 특히 캠 부재(24a, 24b)의 마모에 의해서 접촉자(201a, 201b)와 전극(21a, 21b)의 접촉 범위가 확장된다. 접촉 범위가 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)보다도 커질 때까지 확장되면, 보정용 검지 신호(SS11)를 수신하는 위치(이하, 「수신 시작점」이라고 한다. 이 「수신 시작점」은, 청구범위에 기재한 「제1 보정용 검출 위치」에 해당된다.)와 이 수신이 끊어지는 위치(이하, 「수신 종료점」이라고 한다. 이 「수신 종료점」은, 청구범위에 기재한 「제2 보정용 검출 위치」에 해당된다.)에서, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 계속되는 회전 구간 적산치(PC_α)가 다르게 된다. 즉, ON/OFF 센서(2₁~2_n)가 출력하는 검지 신호(P1~Pn)에 의해서 검출되는 특정 중간 위치(P_α)는, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 2개의 위치로서 식별되게 된다.

[0135] 본 실시형태에서는, 필요에 따라서, 수신 시작점과 수신 종료점을 구별하고, 이들 2개의 점의 적어도 하나를 기점으로 하여, 이 기점과 기준 위치(Pst)로 규정되는 회전 구간에 대응한 회전 구간 적산치(PC_α)를 각각 측정하도록 구성된다.

[0136] 또한 이하의 설명에서는, 필요에 따라서, 수신 시작점을 기점으로 했을 때의 회전 구간 적산치(PC_α)(회전 구간 변위량(L_α))를, 제1 회전 구간 적산치(PC_{α1})(제1 회전 구간 변위량(L_{α1}))라고 부르고, 수신 종료점을 기점으로 했을 때의 회전 구간 적산치(PC_α)(회전 구간 변위량(L_α))를, 제2 회전 구간 적산치(PC_{α2})(제2 회전 구간 변위량(L_{α2}))라고 부르는 경우가 있다. 여기서, 제1 회전 구간 변위량(L_{α1})은, 청구범위에 기재한 「제1 변위량」 또는 「제3 변위량」에 해당되고, 제2 회전 구간 변위량(L_{α2})은, 청구범위에 기재한 「제2 변위량」 또는 「제4 변위량」에 해당된다.

[0137] 수신 시작점과 수신 종료점을 구별하여 특정 중간 위치(P_α)를 검출함으로써, ON/OFF 센서(2_α)의 전극(21a, 21b)과 원주(C1)를 따라 접촉하는 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화에 기인한 경시적 변화량(ΔL_α)에 관해서, 예컨대 도 8, 도 10, 도 12 및 도 14에 도시하는 것과 같은, 전극(21a, 21b)의 닫힘 방향 측의 단부(도 8 중 좌측 단부)에 접촉하는 부분의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 경시적 변화량(ΔL_α)(이하, 이 경시적 변화량(ΔL_α)을 필요에 따라서 「제1 경시적 변화량(ΔL_{α1}, ΔL_{β1} 또는 ΔL_{γ1})」이라고 부르고, 이것에 대응하는 적산치를 「제1 적산 변위량(ΔPC_{α1}, ΔPC_{β1} 또는 ΔPC_{γ1})」이라고 부른다.)과, 예컨대 도 16, 도 18, 도 20 및 도 22에 도시하는 것과 같은, 전극(21a, 21b)의 열림 방향 측의 단부(도 8 중 우측 단부)에 접촉하는 부분의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 경시적 변화량(ΔL_α)(이하, 이 경시적 변화량(ΔL_α)을 필요에 따라서 「제2 경시적 변화량(ΔL_{α2})」이라고 부르고, 이것에 대응하는 적산치를 「제2 적산 변위량(ΔPC_{α2})」이라고 부른다.)을 구별하여, 이들을 개별로 측정할 수 있게 된다. 또한, 각 도면 중 실선은 보정 시의 캠 부재(24)의 형상을 나타내고, 파선은 초기 시의 캠 부재(24)의 형상을 나타낸다.

[0138] 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 경시적 변화량(ΔL1)(경시적 변화량(ΔL_{α1}, ΔL_{β1} 또는 ΔL_{γ1})), 보다 구체적으로는, 제1 경시적 적산 변화량(ΔPC1)(제1 경시적 적산 변화량(ΔPC_{α1}, ΔPC_{β1} 또는 ΔPC_{γ1}))의 측정은, 예컨대 후술하는 제1 방법(도 8 참조), 제2 방법(도 10 참조), 제3 방법(도 12 참조) 및 제4 방법(도 14 참조)에 의해서 실행된다.

[0139] 즉, 절대적인 회전 위치를 나타내는 값이 증가하는 열림 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 회전 구간 변위량(L1)(제1 회전 구간 적산치(PC1))을 측정하고, 이것을 이용하여 특정 중간 위치(P_α 또는 P_γ)의 제1 경시적 변화량(ΔL1)(제1 경시적 적산 변화량(ΔPC1))을 측정하기 위해서는, 도 10에 도시하는 제2 방법 또는 도 14에 도시하는 제4 방법에 의해서, 상기 수신 시작점을 기점으로 특정 중간 위치(P_α 또는 P_γ)를 검출하게 된다.

[0140] 이에 대하여, 상기 닫힘 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 회전 구간 변위량(L1)(제1 회전 구간 적산치(PC1))을 측정하고, 이것을 이용하여 특정 중간 위치(P_α 또는 P_β)의 제1 경시적 변화량(ΔL1)(제1 경시적 적산 변화량(ΔPC1))을 측정하기 위해서는, 도 8에 도시하는 제1 방법 또는 도 12에 도시하는 제3 방법에 의해서, 상기 수신 종료점을 기점으로 특정 중간 위치(P_α 또는 P_β)를 검출하게 된다.

[0141] 다른 한편, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 제2 경시적 변화량(ΔL2)(제2 경시적 적산 변화량(ΔPC2))의 측정은, 예컨대 후술하는 제5 방법(도 16 참조), 제6 방법(도 18 참조), 제7 방법(도 20 참조) 및 제8 방법(도 22 참조)에 의해서 실행된다.

[0142] 즉, 열림 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 제2 회전 구간 변위량(L2)(제2 회전 구간 적산치(PC2))을 측정하고, 이것을 이용하여 특정 중간 위치(P_α 또는 P_γ)의 제

2 경시적 변화량($\Delta L2$)(제2 경시적 적산 변화량($\Delta PC2$))을 측정하기 위해서는, 도 18에 도시하는 제6 방법 또는 도 22에 도시하는 제8 방법에 의해서, 상기 수신 중점을 기점으로 특정 중간 위치($P\alpha$ 또는 $P\gamma$)를 검출하게 된다.

- [0143] 이에 대하여, 상기 닫힘 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화($X2$)에 기인한 제2 회전 구간 변위량($L2$)(제2 회전 구간 적산치($PC2$))을 측정하고, 이것을 이용하여 특정 중간 위치($P\alpha$ 또는 $P\beta$)의 제2 경시적 변화량($\Delta L2$)(제2 경시적 적산 변화량($\Delta PC2$))을 측정하기 위해서는, 도 16에 도시하는 제5 방법 또는 도 20에 도시하는 제7 방법에 의해서, 상기 수신 시작점을 기점으로 특정 중간 위치($P\alpha$ 또는 $P\beta$)를 검출하게 된다.
- [0144] <특정 중간 위치($P\alpha$)에 관한 초기 정보의 측정>
- [0145] 이어서, 특정 중간 위치($P\alpha$)에 관한 초기 정보, 즉, 초기 시에 있어서의, 특정 중간 위치($P\alpha$)와 기준 위치(Pst) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 초기 변위량($Laref$)(회전 구간 초기 적산치($PCaref$)) 및 초기 회전 각도($\Theta aref$)의 측정에 관해서, 도 6 및 7을 참조하면서 설명한다.
- [0146] 여기서, 초기 및 초기치단, 상술한 것과 같이, 본 실시형태에 따른 회전 제어 장치(100)가 제조된 직후에, 예컨대 제조 공장의 검사 공정에 있어서 측정되는 시점 및 그 측정치를 의미한다. 또한, 접자 「ref」가 부여된 부호로 나타내는 값은, 상술한 것을 포함하여, 전부 초기치를 의미한다.
- [0147] 초기 정보의 측정은, 제조 공장에 비치된 소정의 장치를 이용하여 실시하여도 좋고, 회전 제어 장치(100)가 구비하는 각종 기능부, 예컨대 보정부(10)를 통해 실시하여도 좋다.
- [0148] 초기 정보의 측정은, 예컨대 도 6에 도시하는 것과 같은 양태에 의해서 실행된다.
- [0149] 즉, 회전 구간 초기 변위량($Laref$)은, 상기 통상 동작 모드의 동작 원리와 마찬가지로, 특정 중간 위치($P\alpha$)와 기준 위치(Pst) 사이를 밸브축(200)이 회전하는 동안에 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 출력되는 펄스수를 적산함으로써, 회전 구간 초기 적산치($PCaref$)로서 측정된다. 초기 회전 각도($\Theta aref$)는, 회전 구간 초기 적산치($PCaref$)에 1 펄스 당 회전을 곱함으로써 측정된다.
- [0150] 측정된 초기 정보는, 상술한 것과 같이, 예컨대 기판(20) 상(또는 IC 칩(30) 내)에 마련된 불휘발성 메모리에 기억되어 보존된다.
- [0151] 본 실시형태에서는, 모든 중간 위치, 즉, 전폐 위치(Pc), 밸브 개방도 20% 위치(Pa), 밸브 개방도 50% 위치(Pm), 밸브 개방도 70% 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)를 특정 중간 위치($P\alpha$)($Pa1\sim Pa5$)로 하여, 각각의 초기 정보의 측정이 이루어진다.
- [0152] 초기 정보의 측정은, 예컨대 도 7에 도시하는 것과 같은 단계를 통해 실행된다.
- [0153] 처음에, 밸브축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)에 접합된 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을 제1 기준 위치($Pst1$)에 배치한다(단계 PS1). 이 때, 제1 기준 위치($Pst1$)에 배치된 제1 기준 위치 ON/OFF 센서(12a)로부터 제1 기준 위치 검지 신호($Q1$)가 출력된다.
- [0154] 이어서, 밸브축(200)을 열림 방향(전개 위치(Po))로 향한 방향으로 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동한다(단계 PS2).
- [0155] 그 후, 회전 밸브축(200)(보다 상세하게는, 회전 밸브축(200)과 접합하는 접촉자(201a, 201b))가 특정 중간 위치($P\alpha$)에 도달했는지 여부를, 특정 중간 위치($P\alpha$)를 검출 유무, 즉, 이 위치에 배치된 ON/OFF 센서(2_a)로부터 출력되는 검지 신호(이하, 통상 동작 모드에 있어서의 검지 신호(Pn)($n=1\sim 5$)와 구별하기 위해서, 검지 신호(Pn'')라고 한다.)의 수신 유무에 기초하여 판정한다(단계 PS3). 특정 중간 위치($P\alpha$)를 검출한 경우에는, 후술하는 단계 PS4로 진행하고, 특정 중간 위치($P\alpha$)를 검출하지 않는 경우에는, 단계 PS2로 되돌아가, 검지 신호($P\alpha''$)를 수신할 때까지 단계 PS2 및 PS3이 반복된다.
- [0156] 모든 중간 위치를 특정 중간 위치($P\alpha$)로 하는 본 실시형태에서는, 밸브축(200)이, 제1 기준 위치($Pst1$)에 가장 가까운 중간 위치인 전폐 위치(Pc)에 도달했을 때에, 그 위치에 배치된 ON/OFF 센서(2_1)로부터 출력되는 검지 신호($P1''$)를 수신함으로써 전폐 위치(Pc)를 검출하고 이후의 단계 PS4로 진행한다. 검지 신호($P1''$)를 수신하지 않는 경우에는, 단계 PS2로 되돌아가, 검지 신호($P1''$)를 수신할 때까지 단계 PS2 및 PS3이 반복된다.
- [0157] 또한, 제1 기준 위치 ON/OFF 센서(12a)가 전폐 위치(Pc)에 배치된 ON/OFF 센서(2_1)로 대응되고 있는 경우에는,

초기 검지 신호(P1'')는, 제1 기준 위치 검지 신호(Q1)와 동일한 신호가 된다.

- [0158] 검지 신호(Pa'')를 수신함으로써 특정 중간 위치(Pa)를 검출하면, 제1 기준 위치(Pst1)와 특정 중간 위치(Pa) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 초기 적산치(PCaref) 및 초기 각도(θaref)가 계측된다. 이 계측치는, 예컨대 기관(20) 상(또는 IC 칩(30) 내)에 마련된 불휘발성 메모리에 기억된다(단계 PS4).
- [0159] 여기서, 모든 중간 위치를 특정 중간 위치(Pa)로 하는 본 실시형태에서는, 처음에 제1 기준 위치(Pst1)와 인접하는 전폐 위치(Pc)를 검지 신호(P1'')의 수신에 의해서 검출하고, 이 전폐 위치(Pc)와 제1 기준 위치(Pst1) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 초기 적산치(PCcref)와 초기 각도(θcref)가 계측되어, 이들 계측치가 불휘발성 메모리에 기억되게 된다.
- [0160] 또한 본 실시형태에서는, 상술한 것과 같이, 제1 기준 위치(Pst1)와 초기 시의 전폐 위치(Pc)가 동일한 위치에 있다. 이 때문에, 전폐 위치(Pc)에 있어서의 회전 구간 초기 적산치(PCcref) 및 초기 각도(θcref)는 모두 제로로서 계측되게 된다.
- [0161] 이어서, 밸브축(200)이 전개 위치(Po) 측의 제2 기준 위치(Pst2)에 도달했는지 여부를, 그 위치에 배치된 제2 기준 위치 ON/OFF 센서(12b)로부터 출력되는 제2 기준 위치 검지 신호(Q2)의 수신 유무에 기초하여 판정한다(단계 PS5).
- [0162] 제2 기준 위치를 검출하지 않을 때는, 단계 PS2로 되돌아가, 단계 PS2 내지 단계 PS4가 반복된다.
- [0163] 모든 중간 위치를 특정 중간 위치(Pa)로 하는 본 실시형태에서는, 밸브축(200)이, 제2 기준 위치(Pst2)에 도달할 때까지 통과하는 모든 중간 위치, 즉, 밸브 개방도 20% 위치(Pa), 밸브 개방도 50% 위치(Pm), 밸브 개방도 70% 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)를 순차 검출하고, 이들 중간 위치와 제1 기준 위치(Pst1) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 초기 적산치(PCaref)(회전 구간 초기 적산치(PCaref, PCmref, PCbref 및 PCoref)) 및 초기 각도(θcref)(초기 각도(θaref, θmref, θbref 및 θoref))가 각각 계측되어, 이들 계측치가 불휘발성 메모리에 기억되게 된다.
- [0164] 제2 기준 위치 검지 신호(Q2)를 수신하여 밸브축(200)이 제2 기준 위치(Pst2)에 도달한 것을 검출했으면, 상기 일련의 단계가 종료된다.
- [0165] 또한, 접촉자(201a, 201b)와 전극(21a, 21b)의 접촉 범위가, 장치 제조 시부터, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)보다도 크게 설정되어 있는 경우에는, 초기 시부터 특정 중간 위치(Pa)를 검출할 때의 기점으로 「수신 시작점」과 「수신 종료점」이 존재하게 된다.
- [0166] 이 경우, 보정 정밀도를 담보한다는 관점에서, 회전 구간 초기 변위량(Laref)(회전 구간 초기 적산치(PCaref))과 보정 시의 회전 구간 변위량(La)(회전 구간 적산치(PCa))는, 동일 기점에 기초하여 계측되는 것이 바람직하다.
- [0167] 또한, 단계 PS1에 있어서, 밸브축(200)을 전개 위치(Po) 측의 제2 기준 위치(Pst2)에 배치하여도 좋다. 이 경우, 단계 PS2 및 단계 PS5에서는, 밸브축(200)을 닫힘 방향(전폐 위치(Pc)로 향한 방향)으로 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동한다. 또한, 밸브축(200)이 전폐 위치(Pc) 측의 제1 기준 위치(Pst1)에 도달했을 때에 출력되는 제1 기준 위치 검지 신호(Q1)를 수신할 때까지, 단계 PS2 내지 PS4가 반복되게 된다.
- [0168] <경시적 변화량(ΔLa)의 측정 방법>
- [0169] 이어서, 보정 시의 회전 구간 변위량(La)의 계측 및 회전 구간 변위량(La)의 경시적 변화량(ΔLa)의 측정 방법을, 도 8 내지 도 23을 참조하면서 설명한다.
- [0170] [제1 방법]
- [0171] 처음에, 도 8 및 도 9에 도시되는 제1 방법에 관해서 설명한다.
- [0172] 이 제1 방법은, 예컨대 도 8에 도시하는 것과 같이, 보정 시에, 전폐 위치(Pc) 측의 제1 위치에 마련된 제1 기준 위치(Pst1)와 전개 위치(Po) 측의 제2 위치에 마련된 제2 기준 위치(Pst2) 사이의 임의의 위치(이 임의의 위치에는 제2 기준 위치(Pst2)도 포함된다)에 있는 밸브축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을, 제1 기준 위치(Pst1)로 향하는 닫힘 방향으로 회전시키고, 이 사이에 검출되는 특정 중간 위치(Pa)와 제1 기준 위치(Pst1) 사이의 회전 구간 변위량(La)을, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)를 적산함으로써 회전 구간 적산치(PCa)의 형태로 정량적으로 계측하

여, 이 회전 구간 적산치(PC_a)와 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC_aref)의 차분으로부터, 특정 중간 위치(P_a)의 경시적 변화량(ΔL_a)을 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)의 형태로 정량적으로 예측한다고 하는 것이다.

- [0173] 이 제1 방법은, 예컨대 소정 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드에 있어서 실행된다.
- [0174] 도 8에 도시하는 제1 방법은, 상술한 것과 같이, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화 중, 특히 전극(21a, 21b)의 단힘 방향 측의 단부와 접촉하는 부분의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 경시적 변화량(ΔL_{a1})을, 제1 경시적 적산 변화량(ΔPC_{a1})의 형태로 측정하기 위한 방법이며, 상기 단힘 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P_a)를 검출하여 회전 구간 변위량(L_a)(경시적 적산 변화량(PC_a))을 예측하도록 구성되어 있다.
- [0175] 또한 이하에 설명에서는, 제1 방법을, 제1 경시적 변화량(ΔL_{a1})의 상위 개념인 경시적 변화량(ΔL_a)을 예측하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0176] 제1 방법은, 예컨대 도 9에 도시하는 단계 CS1 내지 CS7을 거쳐 실행된다.
- [0177] 즉, 보정부(10)는, 보정 모드가 시동되면, 제1 기준 위치(Pst1)와 제2 기준 위치(Pst2) 사이의 상기 임의의 위치에 있는 밸브축(200)을, 전폐 위치(Pc) 측의 제1 기준 위치(Pst1)로 향하는 단힘 방향으로 회전시키도록, 전동 모터(52)를 구동시킨다(단계 CS1). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0178] 보정부(10)는, 제1 기준 위치(Pst1)로 향하는 단힘 방향으로 밸브축(200)이 회전하고 있는 동안에, 회전 시작 위치와 제1 기준 위치(Pst1) 사이에 배치된 특정 중간 위치(P_a)를, 위치 검출부(12)를 통해 검출한다(단계 CS2). 이 검출은, 상술한 것과 같이, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 실행된다.
- [0179] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(P_a)가 검출되면, 위치 검출부(12)로부터 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 검출 신호(SS13)가 출력되고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC_a)의 적산(카운트)를 시작한다(단계 CS3). 구체적으로는, 통상 동작 모드와 마찬가지로, 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 출력되는 펄스수의 적산(카운트)을 시작한다.
- [0180] 또한 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 밸브축(200)을 제1 기준 위치(Pst1)로 향해서 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동시킨다(단계 CS4). 이 때, 전동 모터(52)의 회전을 지시하는 회전 지시 명령 신호(SS10)가 조작 지시부(11)로부터 조작부(5)로 향해 출력된다.
- [0181] 그 후, 보정부(10)는, 밸브축(200)이 제1 기준 위치(Pst1)에 도달했는지 여부, 즉, 제1 기준 위치(Pst1)를 검출했는지 여부를, 상기 위치에 배치된 제1 기준 위치 ON/OFF 센서(12a)로부터 출력되는 제1 기준 위치 검지 신호(Q1)의 수신 유무에 기초하여 판정한다(단계 CS5).
- [0182] 위치 검출부(12)를 통해 제1 기준 위치 검지 신호(Q1)를 수신하고, 이로써 제1 기준 위치(Pst1)가 검출되면, 후술하는 단계 CS6으로 진행한다.
- [0183] 다른 한편, 위치 검출부(12)를 통해 제1 기준 위치(Pst1)가 검출되지 않으면, 단계 CS4로 되돌아가, 단계 CS4 내지 단계 CS5가 반복된다. 이 때, 조작 지시부(11)는, 단힘 방향으로 밸브축(200)을 회전시키는 회전 지시 명령 신호(SS10)를, 조작부(5)로 향해 계속해서 출력한다.
- [0184] 위치 검출부(12)를 통해 제1 기준 위치(Pst1)가 검출되면, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC_a)의 적산(카운트)을 종료하고, 회전 구간 적산치(PC_a)를 예측한다(단계 CS6). 이 회전 구간 적산치(PC_a)는, 상술한 것과 같이, 보정 시의 회전 구간 변위량(L_a)을 정량적으로 나타내는 예측치이다.
- [0185] 또한, 위치 검출부(12)는, 밸브축(200)의 회전 정지 지시 신호(SS16)를 조작 지시부(11)로 향해서 출력하고, 이 회전 정지 지시 신호(SS16)를 수신한 조작 지시부(11)는, 조작부(5)로 향해서 밸브축(200)의 회전을 정지시키는 지시 신호(SS10-2)를 출력한다.
- [0186] 또한, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC_a)와, 위치 정보 보존부(1)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC_aref)로부터, 이들 값의 차분으로서 구해지는 검출 위치의 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)을 산출한다(단계 CS7). 회전 구간 적산치(PC_a)와 회전 구간 초기 적산치(PC_aref)와 검출 위치의 경시적 적산 변화량(ΔPC_a) 사이에는, ΔPC_a=PC_aref-PC_a의 관계식이 성립한다.

- [0187] 이상의 단계에 의해, 제1 방법에 의한 회전 구간 적산치(PC α)(보정 시의 특정 중간 위치(P α)와 제1 기준 위치(Pst1) 사이의 회전 구간 변위량(L α))의 계측 및 특정 중간 위치(P α)의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)(특정 중간 위치(P α)의 경시적 변화량(Δ L α))의 측정이 종료된다.
- [0188] 또한, 상기 임의의 위치에서부터 제1 기준 위치(Pst1)에 이르기까지의 사이에, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(P α)로 하여 단계 CS2 내지 단계 CS7을 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.
- [0189] [제2 방법]
- [0190] 이어서, 도 10 및 도 11에 도시하는 제2 방법에 관해서 설명한다.
- [0191] 제2 방법은, 예컨대 도 10에 도시하는 것과 같이, 전폐 위치(Pc) 측의 제1 위치에 마련된 제1 기준 위치(Pst1)와 전개 위치(Po) 측의 제2 위치에 마련된 제2 기준 위치(Pst2) 사이의 임의의 위치(이 임의의 위치에는 제1 기준 위치(Pst1)도 포함된다)에 있는 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을, 제2 기준 위치(Pst2)로 향해서 회전(상기 열림 방향으로 향해서 회전)시키고, 이 사이에 검출되는 소정의 중간 위치(P α)에서부터 제2 기준 위치(Pst2)에 이르기까지의 회전 구간 변위량(L α)을, 상대적 위치 센서(1)가 검출하는 기계적 변위(Md)를 적산함으로써 회전 구간 적산치(PC α)의 형태로 정량적으로 계측하고, 이 회전 구간 적산치(PC α)와 위치 정보 보존부(13))에 미리 기억되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC α ref)의 차분으로부터, 특정 중간 위치(P α)의 경시적 변화량(Δ L α)을 경시적 적산 변화량(Δ PC α)의 형태로 정량적으로 계측한다고 하는 것이다.
- [0192] 이 제2 방법은, 제1 방법과 마찬가지로, 예컨대 소정의 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드에 있어서 실행된다.
- [0193] 도 10에 도시하는 제2 방법은, 상술한 것과 같이, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화 중, 특히 전극(21a, 21b)의 단침 방향 측의 단부와 접촉하는 부분의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 경시적 변화량(Δ L α 1)을, 제1 경시적 적산 변화량(Δ PC α 1)의 형태로 측정하기 위한 방법이며, 벨브축(200)을 열림 방향으로 회전시키면서 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P α)를 검출하여 회전 구간 변위량(L α)(적산 변위량(PC α))을 계측하도록 구성되어 있다.
- [0194] 또한 이하의 설명에서는, 제2 방법을, 제1 경시적 변화량(Δ L α 1)의 상위 개념인 경시적 변화량(Δ L α)을 계측하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0195] 제2 방법은 예컨대 도 11에 도시하는 단계를 거쳐 실행된다.
- [0196] 즉, 보정부(10)는, 보정 모드가 시동되면, 제1 기준 위치(Pst1)와 제2 기준 위치(Pst2) 사이의 상기 임의의 위치에 있는 벨브축(200)을, 제2 기준 위치(Pst2)로 향해서 회전시키도록 전동 모터를 구동시킨다(단계 CS10). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0197] 보정부(10)는, 제2 기준 위치(Pst2)로 향하는 열림 방향으로 벨브축(200)이 회전하고 있는 동안에, 회전 시작 위치와 제2 기준 위치(Pst2) 사이에 배치된 특정 중간 위치(P α)를, 위치 검출부(12)를 통해 검출한다(단계 CS11). 이 검출은, 상술한 것과 같이, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 실행된다.
- [0198] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(P α)가 검출되면, 제1 방법과 마찬가지로, 위치 검출부(12)로부터 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 검출 신호(SS13)가 출력되고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)의 적산(카운트)을 시작한다(단계 CS12). 구체적으로는, 통상 동작 모드와 마찬가지로, 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 출력되는 펄스수의 적산(카운트)을 시작한다.
- [0199] 또한 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 벨브축(200)을 제2 기준 위치(Pst2)로 향해서 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동시킨다(단계 CS13). 이 때, 회전 지시 명령 신호(SS10)가 조작 지시부(11)로부터 조작부(5)로 향해서 출력된다.
- [0200] 그 후, 보정부(10)는, 벨브축(200)이 제2 기준 위치(Pst2)에 도달했는지 여부, 즉, 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되었는지 여부를, 상기 위치에 배치된 제2 기준 위치 ON/OFF 센서(12b)로부터 출력되는 제2 기준 위치 검지 신

호(Q2)의 수신 유무에 기초하여 판정한다(단계 CS14).

- [0201] 위치 검출부(12)를 통해 제2 기준 위치 검지 신호(Q2)를 수신하고, 이로써 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되면, 후술하는 단계 CS15로 진행한다.
- [0202] 다른 한편, 위치 검출부(12)를 통해 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되지 않으면, 단계 CS13으로 되돌아가, 단계 CS13 내지 단계 CS14가 반복된다. 이 때, 조작 지시부(11)는, 열림 방향으로 밸브축(200)을 회전시키는 회전 지시 명령 신호(SS10)를, 조작부(5)로 향해서 계속해서 출력한다.
- [0203] 위치 검출부(12)를 통해 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되면, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)의 적산(카운트)을 종료하고, 회전 구간 적산치(PC α)를 계측한다(단계 CS15).
- [0204] 또한, 위치 검출부(12)는, 밸브축(200)의 회전 정지 지시 신호(SS16)를 조작 지시부(11)로 향해서 출력하고, 이 회전 정지 지시 신호(SS16)를 수신한 조작 지시부(11)는, 조작부(5)로 향해서 밸브축(200)의 회전을 정지시키는 지시 신호(SS10-2)를 출력한다.
- [0205] 더욱이 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC α ref) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)로부터, 검출 위치의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)을 산출한다(단계 CS16). 회전 구간 적산치(PC α), 회전 구간 초기 적산치(PC α ref), 회전 가능 구간 적산치(PCsp) 및 검출 위치의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)의 사이에는, Δ PC α =PCsp-PC α ref-PC α 의 관계식이 성립한다.
- [0206] 이상의 단계에 의해, 제2 방법에 의한 회전 구간 적산치(PC α)(보정 시의 특정 중간 위치(P α)에서부터 제1 기준 위치(Pst1)에 이르기까지의 회전 구간 변위량(L α))의 계측 및 특정 중간 위치(P α)의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)(특정 중간 위치(P α)의 경시적 변화량(Δ L α))의 측정이 종료된다.
- [0207] 또한, 상기 임의의 위치에서부터 제1 기준 위치(Pst1)에 이르기까지의 사이에, 밸브축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 제1 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(P α)로 하여 단계 CS11 내지 단계 CS16을 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.
- [0208] [제3 방법]
- [0209] 이어서, 도 12 및 도 13에 도시하는 제3 방법에 관해서 설명한다.
- [0210] 제3 방법은, 도 12에 도시하는 것과 같이, 특정 중간 위치(P α)에 있는 밸브축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)과 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을 제1 기준 위치(Pst1)로 향하는 단함 방향으로 회전시키는 동안에, 특정 중간 위치(P α)와 다른 또 하나의 특정 중간 위치(P β)를 검출하여, 특정 중간 위치(P α)와 특정 중간 위치(P β) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 변위량(이하, 「회전 구간 변위량(L $\alpha\beta$)」이라고 한다.)을, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)를 적산(펄스수를 카운트)함으로써, 회전 구간 적산치(PC $\alpha\beta$)의 형태로 계측하고, 이 회전 구간 적산치(PC $\alpha\beta$)와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC α ref) 및 회전 구간 초기 적산치(PC β ref)와, 제1 방법 또는 제2 방법에서 측정된 특정 중간 위치(P α)의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)으로부터, 특정 중간 위치(P β)의 경시적 변화량(Δ L β)을 경시적 적산 변화량(Δ PC β)의 형태로 정량적으로 계측한다고 하는 것이다.
- [0211] 이 제3 방법은, 제1 방법 또는 제2 방법과 마찬가지로, 예컨대 소정의 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드에 있어서 실행된다. 단, 제3 방법은, 예컨대 제1 방법 또는 제2 방법에 의해서 경시적 적산 변화량(Δ PC α)이 측정된 후에 실행된다.
- [0212] 또한, 상기 특정 중간 위치(P β)는, 특정 중간 위치(P α) 이외이면서 또한 특정 중간 위치(P α)보다도 전폐 위치(Pc) 측에 있는 전폐 위치(Pc), 밸브 개방도 20% 위치(Pa), 밸브 개방도 50% 위치(Pm) 및 밸브 개방도 70% 위치(Pb)의 적어도 하나이다.
- [0213] 도 12에 도시하는 제3 방법은, 제1 방법 및 제2 방법과 마찬가지로, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 경시적 변화량(Δ L1)(제1 경시적 적산 변화량(Δ PC1))을 측정하기 위한 방법이며, 상기 단함 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P β)를 검출하여 경시적 변위량(Δ L β 1)(경시적 적산 변화량(Δ PC β 1))을 계측하도록 구성되어 있다.

- [0214] 또한 이하의 설명에서는, 제3 방법을, 제1 경시적 변화량($\Delta L\beta_1$)의 상위 개념인 경시적 변화량($\Delta L\beta$)을 계측하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0215] 제3 방법은, 제1 방법 또는 제2 방법을 거친 후, 예컨대 도 13에 도시하는 단계를 거침으로써 실행된다.
- [0216] 즉, 보정부(10)는, 제1 방법의 단계 CS1 내지 CS7, 또는 제2 방법의 단계 CS10 내지 CS16을 거침으로써 특정 중간 위치($P\alpha$)를 검출하고, 이 특정 중간 위치($P\alpha$)의 경시적 적산 변화량($\Delta PC\alpha$)을 측정한다(단계 CS20).
- [0217] 그 후, 보정부(10)는, 전폐 위치(Pc) 측의 제1 기준 위치($Pst1$)로 향하는 단힘 방향으로 밸브축(200)을 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동한다(단계 CS21). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0218] 보정부(10)는, 전동 모터(52)를 구동시키는 동시에, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(카운트)을 시작한다(단계 CS22). 이에 따라, 특정 중간 위치($P\alpha$)와 이 특정 중간 위치($P\alpha$)보다도 제1 기준 위치($Pst1$) 측에 위치하는 특정 중간 위치($P\beta$) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 변위량($L\alpha\beta$)(회전 구간 적산치($PC\alpha\beta$))의 측정이 시작된다.
- [0219] 그 후, 보정부(10)는, 위치 검출부(12)를 통해, 특정 중간 위치($P\beta$)가 검출되었는지 여부를 판정한다(단계 CS23).
- [0220] 여기서, 특정 중간 위치($P\beta$)의 검출은, 도 12에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)을 상기 단힘 방향으로 회전시키면서 특정 중간 위치($P\alpha$)를 검출하는 제1 방법과 마찬가지로, ON/OFF 센서(2_β)로부터 출력되는 보정부 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 실행된다.
- [0221] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치($P\beta$)가 검출되지 않으면, 단계 CS21로 되돌아가, 단계 CS21 내지 단계 CS23이 반복된다. 구체적으로는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 특정 중간 위치($P\beta$)가 검출될 때까지 상기 적산(카운트)이 계속된다.
- [0222] 다른 한편, 특정 중간 위치($P\beta$)가 검출되면, 위치 검출부(12)는, 상기 정보에 관한 검출 신호(SS13)를 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 출력하고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(펄스수의 카운트)을 종료하고, 회전 구간 변위량($L\alpha\beta$)에 대응한 회전 구간 적산치($PC\alpha\beta$)를 계측한다(단계 CS24).
- [0223] 그 후, 보정부(10)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 단계 CS24에서 계측된 회전 구간 적산치($PC\alpha\beta$)와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 특정 중간 위치($P\alpha$)의 회전 구간 초기 적산치($PC\alpha_{ref}$) 및 특정 중간 위치($P\beta$)의 회전 구간 초기 적산치($PC\beta_{ref}$)와, 이미 측정 완료된 특정 중간 위치($P\alpha$)의 경시적 적산 변화량($\Delta PC\alpha$)으로부터, 특정 중간 위치($P\beta$)의 경시적 적산 변화량($\Delta PC\beta$)을 측정한다(단계 CS25). 이 때, 회전 구간 적산치($PC\alpha\beta$), 회전 구간 초기 적산치($PC\alpha_{ref}$), 회전 구간 초기 적산치($PC\beta_{ref}$), 경시적 적산 변화량($\Delta PC\alpha$) 및 경시적 적산 변화량($\Delta PC\beta$)의 사이에는, $\Delta PC\beta = (PC\alpha\beta + \Delta PC\alpha) - PC\alpha_{ref}$ (단, $PC\alpha\beta_{ref} = PC\alpha_{ref} - PC\beta_{ref}$)의 관계식이 성립한다.
- [0224] 이상의 단계에 의해, 제3 방법에 의한 특정 중간 위치($P\beta$)의 회전 구간 적산치($PC\beta$)(보정 시의 특정 중간 위치($P\alpha$)에서부터 특정 중간 위치($P\beta$)에 이르기까지의 회전 구간 변위량($L\alpha\beta$))의 계측 및 특정 중간 위치($P\beta$)의 경시적 적산 변화량($\Delta PC\beta$)(특정 중간 위치($P\beta$)의 경시적 변화량($\Delta L\beta$))의 측정이 종료된다.
- [0225] 또한, 특정 중간 위치($P\alpha$)에서부터 제1 기준 위치($Pst1$)에 이르기까지의 사이에, 밸브축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 제1 방법 또는 제2 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치($P\beta$)로 하여 단계 CS21 내지 단계 CS25를 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.
- [0226] [제4 방법]
- [0227] 이어서, 도 14 및 도 15에 도시하는 제4 방법에 관해서 설명한다.
- [0228] 제4 방법은, 도 14에 도시하는 것과 같이, 특정 중간 위치($P\alpha$)에 있는 축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)과 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을 제2 기준 위치($Pst2$)로 향하는 열림 방향으로 하게 하는 동안에, 특정 중간 위치($P\alpha$)와 다른 또 하나의 특정 중간 위치($P\gamma$)를 검출하여, 특정 중간 위치($P\alpha$)와 특정 중간 위치($P\gamma$) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 변위량(이하, 「회전 구간 변위량($L\alpha\gamma$)」이라고 한다.)을, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)를 적산(펄스수를 카운트)함으로써 회전 구

간 적산치(PC_{αγ})의 형태로 계측하고, 이 회전 구간 적산치(PC_{αγ})와, 위치 정보 보존부(13)에 미리 기억되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC_{αref}) 및 회전 구간 초기 적산치(PC_{γref})와, 제1 방법 또는 제2 방법으로 측정된 특정 중간 위치(P_α)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)으로부터, 특정 중간 위치(P_γ)의 경시적 변화량(ΔL_γ)을 경시적 적산 변화량(ΔPC_γ)의 형태로 정량적으로 계측한다고 하는 것이다.

- [0229] 이 제4 방법은, 종전의 방법과 마찬가지로, 예컨대 소정 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드에 있어서 실행된다. 단, 제4 방법은, 예컨대 제1 방법 또는 제2 방법에 의해서 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)이 측정된 후에 실행된다.
- [0230] 또한, 상기 특정 중간 위치(P_γ)는, 특정 중간 위치(P_α) 이외이면서 또한 특정 중간 위치(P_α)보다도 전개 위치(P₀) 측에 있는 밸브 개방도 20% 위치(P_a), 밸브 개방도 50% 위치(P_m), 밸브 개방도 70% 위치(P_b) 및 전개 위치(P₀)의 적어도 하나이다.
- [0231] 도 14에 도시하는 제4 방법은, 제1 방법 및 제2 방법과 마찬가지로, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 경시적 변화량(ΔL1)(제1 경시적 적산 변화량(ΔPC1))을 측정하기 위한 방법이며, 상기 열림 방향으로 밸브축(200)을 회전시키면서 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P_γ)를 검출하여 경시적 변화량(ΔL_{γ1})(경시적 적산 변화량(ΔPC_{γ1}))을 계측하도록 구성되어 있다.
- [0232] 또한 이하의 설명에서는, 제4 방법을, 제1 경시적 변화량(ΔL_{γ1})의 상위 개념인 경시적 변화량(ΔL_γ)을 계측하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0233] 제4 방법은, 제1 방법 또는 제2 방법을 거친 후, 예컨대 도 15에 도시하는 것과 같은 단계를 거침으로써 실행된다.
- [0234] 즉, 보정부(10)는, 제1 방법의 단계 CS1 내지 CS7, 또는 제2 방법의 단계 CS10 내지 CS16을 거침으로써 특정 중간 위치(P_α)를 검출하고, 이 특정 중간 위치(P_α)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)을 측정한다(단계 CS30).
- [0235] 그 후, 보정부(10)는, 전개 위치(P₀) 측의 제2 기준 위치(P_{st2})로 향하는 열림 방향으로 밸브축(200)을 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동한다(단계 CS31). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0236] 보정부(10)는, 전동 모터(52)를 구동시키는 동시에, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(카운트)을 시작한다(단계 CS32). 이에 따라, 특정 중간 위치(P_α)와 이 특정 중간 위치(P_α)보다도 제2 기준 위치(P_{st2}) 측에 위치하는 특정 중간 위치(P_γ) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 변위량(L_{αγ})(회전 구간 적산치(PC_{αγ}))의 측정이 시작된다.
- [0237] 그 후, 보정부(10)는, 위치 검출부(12)를 통해, 특정 중간 위치(P_γ)가 검출되었는지 여부를 판정한다(단계 CS33).
- [0238] 여기서, 특정 중간 위치(P_γ)의 검출은, 도 14에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)을 상기 열림 방향으로 회전시키면서 특정 중간 위치(P_α)를 검출하는 제2 방법과 마찬가지로, ON/OFF 센서(2_γ)로부터 출력되는 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 실행된다.
- [0239] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(P_γ)가 검출되지 않으면, 단계 CS31로 되돌아가, 단계 CS31 내지 단계 CS33이 반복된다. 구체적으로는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 특정 중간 위치(P_γ)가 검출될 때까지 상기 적산(카운트)이 계속된다.
- [0240] 다른 한편, 특정 중간 위치(P_γ)가 검출되면, 위치 검출부(12)는, 상기 정보에 관한 검출 신호(SS13)를 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 출력하고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(필스수의 카운트)을 종료하여, 회전 구간 변위량(L_{αγ})에 대응한 회전 구간 적산치(PC_{αγ})를 계측한다(단계 CS34).
- [0241] 그 후, 보정부(10)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 단계 CS34에서 계측된 특정 중간 위치(P_α)의 회전 구간 적산치(PC_{αγ})와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 특정 중간 위치(P_α)의 회전 구간 초기 적산치(PC_{αref})와, 특정 중간 위치(P_γ)의 회전 구간 초기 적산치(PC_{γref})와, 이미 측정 완료된 특정 중간 위치(P_α)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)으로부터, 특정 중간 위치(P_γ)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_γ)을 측정한다(단계 CS35). 이 때, 회전 구간 적산치(PC_{αγ}), 회전 구간 초기 적산치(PC_{αref}), 회전 구간 초기 적산치(PC

γ_{ref}), 경시적 적산 변화량(ΔPC_{α}) 및 경시적 적산 변화량(ΔPC_{γ})의 사이에는, $\Delta PC_{\gamma} = PC_{\alpha \gamma} - (PC_{\alpha \gamma_{ref}} + \Delta PC_{\alpha})$ (단, $PC_{\alpha \gamma_{ref}} = PC_{\gamma_{ref}} - PC_{\alpha_{ref}}$)의 관계식이 성립한다.

- [0242] 이상의 단계에 의해, 제4 방법에 의한 보정 시의 적산치($PC_{\alpha \gamma}$)(보정 시의 특정 중간 위치(P_{α})에서부터 특정 중간 위치(P_{γ})에 이르기까지의 회전 구간 변위량($L_{\alpha \gamma}$))의 측정 및 특정 중간 위치(P_{γ})의 경시적 적산 변화량(ΔPC_{γ})(특정 중간 위치(P_{γ})의 경시적 변화량(ΔL_{γ}))의 측정이 종료된다.
- [0243] 또한, 특정 중간 위치(P_{α})에서부터 제2 기준 위치(P_{st2})에 이르기까지의 사이에, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 종전의 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(P_{γ})로 하여 단계 CS31 내지 단계 CS35를 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.
- [0244] [제5 방법]
- [0245] 이어서, 도 16 및 도 17에 도시하는 제5 방법에 관해서 설명한다.
- [0246] 이 제5 방법은, 제1 방법과 마찬가지로, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이, 상기 임의의 위치에서부터 제1 기준 위치(P_{st1})로 향하는 단함 방향으로 회전하고 있는 동안에 특정 중간 위치(P_{α})를 검출하고, 이 특정 중간 위치(P_{α})의 경시적 변화량(ΔL_{α})을 경시적 적산 변화량(ΔPC_{α})의 형태로 정량적으로 측정한다고 하는 것이다.
- [0247] 단, 제1 방법과 달리, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P_{α})를 검출한다. 이 때문에, 제5 방법은, 상술한 것과 같이, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화 중, 전극(21a, 21b)의 열림방향 측의 단부와 접촉하는 부분의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 제2 경시적 변화량(ΔL_2)($\Delta L_{\alpha 2}$)을, 제2 경시적 적산 변화량(ΔPC_2)($\Delta PC_{\alpha 2}$)의 형태로 측정하도록 구성되어 있다.
- [0248] 또한 이하의 설명에서는, 제5 방법을, 제2 경시적 변화량($\Delta L_{\alpha 2}$)의 상위 개념인 경시적 변화량(ΔL_{α})을 측정하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0249] 제5 방법은, 예컨대 도 17에 도시하는 단계 CS40 내지 CS46을 거쳐 실행된다. 이 단계 CS40 내지 CS46은 기본적으로 제1 방법에 있어서의 단계 CS1 내지 CS7과 동일하다.
- [0250] 즉, 보정부(10)는, 예컨대 소정의 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드가 시동되면, 상기 임의의 위치에 있는 벨브축(200)을, 전폐 위치(P_c) 측의 제1 기준 위치(P_{st1})로 향하는 단함 방향으로 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동시킨다(단계 CS40). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0251] 보정부(10)는, 제1 기준 위치(P_{st1})로 향해서 벨브축(200)이 회전하고 있는 동안에, 상기 임의의 위치와 제1 기준 위치(P_{st1}) 사이에 배치된 특정 중간 위치(P_{α})를, 위치 검출부(12)를 통해 검출한다(단계 CS41). 이 검출은, 상술한 것과 같이, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 실행된다.
- [0252] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(P_{α})가 검출되면, 위치 검출부(12)에서 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 검출 신호(SS13)가 출력되고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC_{α})의 적산(카운트)를 시작한다(단계 CS42). 구체적으로는, 통상 동작 모드와 마찬가지로, 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 출력되는 펄스수의 적산(카운트)을 시작한다.
- [0253] 또한 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 벨브축(200)을 제1 기준 위치(P_{st1})로 향해서 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동시킨다(단계 CS43). 이 때, 전동 모터(52)의 회전을 지시하는 회전 지시 명령 신호(SS10)가 조작 지시부(11)로부터 조작부(5)로 향해서 출력된다.
- [0254] 그 후, 보정부(10)는, 벨브축(200)이 제1 기준 위치(P_{st1})에 도달했는지 여부, 즉, 제1 기준 위치(P_{st1})를 검출했는지 여부를, 상기 위치에 배치된 제1 기준 위치 ON/OFF 센서(12a)로부터 출력되는 제1 기준 위치 검지 신호(Q1)의 수신 유무에 기초하여 판정한다(단계 CS44).
- [0255] 위치 검출부(12)를 통해 제1 기준 위치 검지 신호(Q1)를 수신하고, 이에 따라 제1 기준 위치(P_{st1})가 검출되면, 후술하는 단계 CS45로 진행한다.
- [0256] 다른 한편, 위치 검출부(12)를 통해 제1 기준 위치(P_{st1})가 검출되지 않으면, 단계 CS43으로 되돌아가, 단계

CS43 내지 단계 CS44가 반복된다. 이 때, 조작 지시부(11)는, 상기 단협 방향으로 벨브축(200)을 회전시키는 회전 지시 명령 신호(SS10)를, 조작부(5)로 향해서 계속해서 출력한다.

[0257] 위치 검출부(12)를 통해 제1 기준 위치(Pst1)가 검출되면, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)의 적산(카운트)을 종료하고, 회전 구간 적산치(PC α)를 계측한다(단계 CS45). 이 회전 구간 적산치(PC α)는, 상술한 것과 같이, 보정 시의 회전 구간 변위량(L α)을 정량적으로 나타내는 계측치이다.

[0258] 또한, 위치 검출부(12)는, 벨브축(200)의 회전 정지 지시 신호(SS16)를 조작 지시부(11)로 향해서 출력하고, 이 회전 정지 지시 신호(SS16)를 수신한 조작 지시부(11)는, 조작부(5)로 향해서 벨브축(200)의 회전을 정지시키는 지시 신호(SS10-2)를 출력한다.

[0259] 또한, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC α ref)로부터, 이들 값의 차분으로서 구해지는 경시적 적산 변화량(Δ PC α)을 산출한다(단계 C46). 회전 구간 적산치(PC α)와 회전 구간 초기 적산치(PC α ref)와 검출 위치의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)의 사이에는, Δ PC α =PC α ref-PC α 의 관계식이 성립한다.

[0260] 이상의 단계에 의해, 제5 방법에 의한 회전 구간 적산치(PC α)(보정 시의 특정 중간 위치(P α)와 제1 기준 위치(Pst1) 사이의 회전 구간 변위량(L α)의 계측) 및 특정 중간 위치(P α)의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)(특정 중간 위치(P α)의 경시적 변화량(Δ L α))의 측정이 종료된다.

[0261] 또한, 상기 임의 위치에서부터 제1 기준 위치(Pst1)에 이르기까지의 사이에, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 종전의 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(P α)로 하여 단계 CS41 내지 단계 CS46을 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.

[0262] [제6 방법]

[0263] 이어서, 도 18 및 도 19에 도시하는 제6 방법에 관해서 설명한다.

[0264] 이 제6 방법은, 제2 방법과 마찬가지로, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이, 상기 임의의 위치에서부터 제2 기준 위치(Pst2)로 향하는 열림 방향으로 회전하는 동안에 특정 중간 위치(P α)를 검출하고, 이 특정 중간 위치(P α)의 경시적 변화량(Δ L α)을 경시적 적산 변화량(Δ PC α)의 형태로 정량적으로 계측한다고 하는 것이다.

[0265] 단, 제2 방법과 달리, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P α)를 검출한다. 이 때문에, 제6 방법은, 상술한 것과 같이, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화 중, 전극(21a, 21b)의 열림 방향 측의 단부와 접촉하는 부분의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 제2 경시적 변화량(Δ L2)(Δ L α 2)을, 제2 경시적 적산 변화량(Δ PC2)(Δ PC α 2)의 형태로 측정하도록 구성되어 있다.

[0266] 또한 이하의 설명에서는, 제6 방법을, 제2 경시적 변화량(Δ L α 2)의 상위 개념인 경시적 변화량(Δ L α)을 계측하기 위한 방법으로서 설명한다.

[0267] 제6 방법은, 예컨대 도 19에 도시하는 단계 CS50 내지 CS56을 거쳐 실행된다. 이 단계 CS50 내지 CS56은, 기본적으로 제2 방법에 있어서의 단계 CS10 내지 CS16과 동일하다.

[0268] 즉, 보정부(10)는, 예컨대 소정의 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드가 시동되면, 상기 임의의 위치에 있는 벨브축(200)을, 제2 기준 위치(Pst2)로 향하는 열림 방향으로 회전시키도록 전동 모터를 구동시킨다(단계 CS50). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.

[0269] 보정부(10)는, 제2 기준 위치(Pst2)로 향해서 벨브축(200)이 회전하고 있는 동안에, 상기 임의의 위치와 제2 기준 위치(Pst2) 사이에 배치된 특정 중간 위치(P α)를, 위치 검출부(12)를 통해 검출한다(단계 CS51). 이 검출은, 상술한 것과 같이, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 실행된다.

[0270] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(P α)가 검출되면, 위치 검출부(12)로부터 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 검출 신호(SS13)가 출력되고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)의 적산(카운트)을 시작한다(단계 CS52). 구체적으로는, 통상 동작 모드와 마찬가지로, 상대적 위치 센서(1)를 구성하는 인크리멘탈형의 로터리 인코더로부터 출력되는 펄스수의 적산(카운트)을 시작한다.

- [0271] 더욱이 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 벨브축(200)을 제2 기준 위치(Pst2)로 향해서 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동시킨다(단계 CS53). 이 때, 회전 지시 명령 신호(SS10)가 조작 지시부(11)로부터 조작부(5)로 향해서 출력된다.
- [0272] 그 후, 보정부(10)는, 벨브축(200)이 제2 기준 위치(Pst2)에 도달했는지, 즉, 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되었는지 여부를, 상기 위치에 배치된 제2 기준 위치 ON/OFF 센서(12b)로부터 출력되는 제2 기준 위치 검지 신호(Q2)의 수신 유무에 기초하여 판정한다(단계 CS54).
- [0273] 위치 검출부(12)를 통해 제2 기준 위치 검지 신호(Q2)를 수신하고, 이로써 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되면, 후술하는 단계 CS55로 진행한다.
- [0274] 다른 한편, 위치 검출부(12)를 통해 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되지 않으면, 단계 CS53으로 되돌아가, 단계 CS53 내지 단계 CS54가 반복된다. 이 때, 조작 지시부(11)는, 열림 방향으로 벨브축(200)을 회전시키는 회전 지시 명령 신호(SS10)를, 조작부(5)로 향해 계속해서 출력한다.
- [0275] 위치 검출부(12)를 통해 제2 기준 위치(Pst2)가 검출되면, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)의 적산(카운트)을 종료하고, 회전 구간 적산치(PC α)를 계측한다(단계 CS55). 이 회전 구간 적산치(PC α)는, 상술한 것과 같이, 보정 시의 회전 구간 변위량(L α)을 정량적으로 나타내는 계측치이다.
- [0276] 또한, 위치 검출부(12)는, 벨브축(200)의 회전 정지 지시 신호(SS16)를 조작 지시부(11)로 향해서 출력하고, 이 회전 정지 지시 신호(SS16)를 수신한 조작 지시부(11)는, 조작부(5)로 향해서 벨브축(200)의 회전을 정지시키는 지시 신호(SS10-2)를 출력한다.
- [0277] 또한, 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 회전 구간 적산치(PC α)와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC α ref) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)로부터, 경시적 적산 변화량(Δ PC α)을 산출한다(단계 C56). 회전 구간 적산치(PC α)와, 회전 구간 초기 적산치(PC α ref), 회전 가능 구간 적산치(PCsp) 및 경시적 적산 변화량(Δ PC α)의 사이에는, Δ PC α =PCsp-PC α ref-PC α 의 관계식이 성립한다.
- [0278] 이상의 단계에 의해, 제6 방법에 의한 회전 구간 적산치(PC α)(보정 시의 특정 중간 위치(P α))와 제1 기준 위치(Pst1) 사이의 회전 구간 변위량(L α)의 계측 및 특정 중간 위치(P α)의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)(특정 중간 위치(P α)의 경시적 변화량(Δ L α))의 측정이 종료된다.
- [0279] 또한, 상기 임의의 위치에서부터 제2 기준 위치(Pst2)에 이르기까지의 사이에, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 종전의 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(P α)로 하여 단계 CS51 내지 단계 CS56을 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.
- [0280] [제7 방법]
- [0281] 이어서, 도 20 및 21에 도시하는 제7 방법에 관해서 설명한다.
- [0282] 이 제7 방법은, 제3 방법과 마찬가지로, 특정 중간 위치(P α)에 있는 축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)과 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을 제1 기준 위치(Pst1)로 향하는 단함 방향으로 회전시키고 있는 동안에, 특정 중간 위치(P α)와 다른 또 하나의 특정 중간 위치(P β)를 검출하고, 특정 중간 위치(P α)와 특정 중간 위치(P β) 사이를 벨브축(200)이 회전하는 동안에 상대적 위치 센서(1)가 검출하는 기계적 변위(Md)를 적산(펄스수를 카운트)함으로써, 회전 구간 적산치(PC $\alpha\beta$)의 형태로 계측하고, 이 회전 구간 적산치(PC $\alpha\beta$)와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 회전 구간 초기 적산치(PC α ref) 및 회전 구간 초기 적산치(PC β ref)와, 제5 방법 또는 제6 방법으로 측정된 특정 중간 위치(P α)의 경시적 적산 변화량(Δ PC α)으로부터, 특정 중간 위치(P β)의 경시적 변화량(Δ L β)을 경시적 적산 변화량(Δ PC β)의 형태로 정량적으로 계측한다고 하는 것이다.
- [0283] 이 제7 방법은, 종전의 방법과 마찬가지로, 예컨대 소정의 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드에 있어서 실행된다. 단, 제7 방법은, 예컨대 제5 방법 또는 제6 방법에 의해서 경시적 적산 변화량(Δ PC α)이 측정된 후에 실행된다.
- [0284] 또한, 상기 특정 중간 위치(P β)는, 특정 중간 위치(P α) 이외이면서 또한 특정 중간 위치(P α)보다도 전폐 위치(Pc) 측에 있는 전폐 위치(Pc), 벨브 개방도 20% 위치(Pa), 벨브 개방도 50% 위치(Pm) 및 벨브 개방도 70% 위

치(Pb)의 적어도 하나이다.

- [0285] 제7 방법은, 제3 방법과 달리, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P_α)를 검출한다. 이에 따라, 제7 방법은, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 제2 경시적 변화량(ΔL2)(ΔLβ2), 보다 구체적으로는 제2 경시적 적산 변화량(ΔPC2)(ΔPCβ2)을 측정하도록 구성되어 있다.
- [0286] 또한 이하의 설명에서는, 제7 방법을, 제2 경시적 변화량(ΔLβ2)의 상위 개념인 경시적 변화량(ΔLβ)을 계측하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0287] 제7 방법은, 예컨대 도 21에 도시하는 단계 CS60 내지 CS65에 의해서 실행된다. 이 단계 CS60 내지 CS65는 기본적으로 제3 방법에 있어서의 단계 CS20 내지 CS25와 동일하다.
- [0288] 제7 방법은, 제5 방법 또는 제6 방법을 거친 후, 예컨대 도 21에 도시하는 스텝을 거침으로써 실행된다.
- [0289] 즉, 보정부(10)는, 제5 방법의 단계 CS41 내지 CS46, 또는 제6 방법의 단계 CS51 내지 CS56를 거침으로써 특정 중간 위치(P_α)를 검출하고, 이 특정 중간 위치(P_α)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)을 측정한다(단계 CS60).
- [0290] 그 후, 보정부(10)는, 전폐 위치(Pc) 측의 제1 기준 위치(Pst1)로 향하는 단힘 방향 밸브축(200)을 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동한다(단계 CS61). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0291] 보정부(10)는, 전동 모터(52)를 구동시키는 동시에, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(카운트)을 시작한다(단계 CS62). 이에 따라, 특정 중간 위치(P_α)와 이 특정 중간 위치(P_α)보다도 제1 기준 위치(Pst1) 측에 위치하는 특정 중간 위치(Pβ) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 변위량(L_{αβ})(회전 구간 적산치(PC_{αβ}))의 측정이 시작된다.
- [0292] 그 후, 보정부(10)는, 위치 검출부(12)를 통해, 특정 중간 위치(Pβ)가 검출되었는지 여부를 판정한다(단계 CS63).
- [0293] 여기서, 특정 중간 위치(Pβ)의 검출은, 도 20에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)을 상기 단힘 방향으로 회전시키면서 특정 중간 위치(P_α)를 검출하는 제1 방법과 마찬가지로, ON/OFF 센서(2_β)로부터 출력되는 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 시작점을 기점으로 하여 실행된다.
- [0294] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(Pβ)가 검출되지 않으면, 단계 CS61로 되돌아가, 단계 CS61 내지 단계 CS63이 반복된다. 구체적으로는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 특정 중간 위치(Pβ)가 검출될 때까지 상기 적산(카운트)이 계속된다.
- [0295] 다른 한편, 특정 중간 위치(Pβ)가 검출되면, 위치 검출부(12)는, 상기 정보에 관한 검출 신호(SS13)를 검출 위치 변화량 산출부(14)로 향해서 출력하고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(펄스수의 카운트)을 종료하고, 회전 구간 변위량(L_{αβ})에 대응한 회전 구간 적산치(PC_{αβ})를 계측한다(단계 CS64).
- [0296] 그 후, 보정부(10)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 단계 CS64에서 계측된 회전 구간 적산치(PC_{αβ})와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 특정 중간 위치(P_α)의 회전 구간 초기 적산치(PC_{αref}) 및 특정 중간 위치(Pβ)의 회전 구간 초기 적산치(PC_{βref})와, 이미 측정 완료된 특정 중간 위치(P_α)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)으로부터, 특정 중간 위치(Pβ)의 경시적 적산 변화량(ΔPCβ)을 측정한다(단계 CS65). 이 때, 회전 구간 적산치(PC_{αβ}), 회전 구간 초기 적산치(PC_{αref}), 회전 구간 초기 적산치(PC_{βref}), 경시적 적산 변화량(ΔPC_α) 및 경시적 적산 변화량(ΔPCβ)의 사이에는, ΔPCβ=PC_{αβ}-(PC_{αref}+ΔPC_α)(단, PC_{αβref}=PC_{αref}-PC_{βref})의 관계식이 성립한다.
- [0297] 이상의 단계에 의해, 제7 방법에 의한 특정 중간 위치(Pβ)의 보정 시의 적산치(PCβ)(보정 시의 특정 중간 위치(P_α)에서부터 특정 중간 위치(Pβ)에 이르기까지의 회전 구간 변위량(L_{αβ}))의 계측 및 특정 중간 위치(Pβ)의 경시적 적산 변화량(ΔPCβ)(특정 중간 위치(Pβ)의 경시적 변화량(ΔLβ))의 측정은 종료된다.
- [0298] 또한, 특정 중간 위치(P_α)에서부터 제1 기준 위치(Pst1)에 이를 때까지, 밸브축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 종전의 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(Pβ)로 하여 단계 CS61 내지 단계 CS65를 적절하게 실행하도록 구성하여도 좋다.

- [0299] [제8 방법]
- [0300] 이어서, 도 22 및 23에 도시하는 제8 방법에 관해서 설명한다.
- [0301] 이 제8 방법은, 제4 방법과 마찬가지로, 특정 중간 위치(P_{α})에 있는 축(200)(보다 상세하게는, 밸브축(200)과 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))을 제2 기준 위치(P_{st2})로 향하는 열림 방향으로 회전시키고 있는 동안에, 특정 중간 위치(P_{α})와 다른 또 하나의 특정 중간 위치(P_{γ})를 검출하고, 특정 중간 위치(P_{α})와 특정 중간 위치(P_{γ}) 사이를 밸브축(200)이 회전하는 동안에 상대적 위치 센서(1)가 검출하는 기계적 변위(M_d)를 적산(펄스수를 카운트)함으로써, 회전 구간 적산치($PC_{\alpha\gamma}$)(회전 구간 변위량($L_{\alpha\gamma}$))를 계측하고, 이 계측된 회전 구간 적산치($PC_{\alpha\gamma}$)와, 위치 정보 보존부(13)에 미리 기억되어 있는 회전 구간 초기 적산치($PC_{\alpha ref}$ 및 $PC_{\gamma ref}$)와, 제5 방법 또는 제6 방법으로 측정된 특정 중간 위치(P_{α})의 경시적 적산 변화량(ΔPC_{α})으로부터, 특정 중간 위치(P_{γ})의 경시적 변화량(ΔL_{γ})을 경시적 적산 변화량(ΔPC_{γ})의 형태로 정량적으로 계측한다고 하는 것이다.
- [0302] 이 제8 방법은, 종전의 방법과 마찬가지로, 예컨대 소정의 기간이 경과한 후에 전원이 투입되면 자동적으로 실시되거나, 또는 통상 동작 시에 있어서 제어 대상의 제어에 지장이 생기지 않는 임의의 타이밍에 실시되는 보정 모드에 있어서 실행된다. 단, 제8 방법은, 예컨대 제5 방법 또는 제6 방법에 의해서 경시적 적산 변화량(ΔPC_{α})이 측정된 후에 실행된다.
- [0303] 또한, 상기 특정 중간 위치(P_{γ})는, 특정 중간 위치(P_{α}) 이외이면서 또한 특정 중간 위치(P_{α})보다도 전개 위치(P_0) 측에 있는 밸브 개방도 20% 위치(P_a), 밸브 개방도 50% 위치(P_m), 밸브 개방도 70% 위치(P_b) 및 전개 위치(P_0)의 적어도 하나이다.
- [0304] 제8 방법은, 제4 방법과 달리, 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 특정 중간 위치(P_{α})를 검출한다. 이에 따라, 제8 방법은, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X_2)에 기인한 제2 경시적 변화량(ΔL_2)($\Delta L_{\gamma 2}$), 보다 구체적으로는 제2 경시적 적산 변화량(ΔPC_2)($\Delta PC_{\gamma 2}$)을 측정하도록 구성되어 있다.
- [0305] 또한 이하의 설명에서는, 제8 방법을, 제2 경시적 변화량($\Delta L_{\gamma 2}$)의 상위 개념인 경시적 변화량(ΔL_{γ})을 계측하기 위한 방법으로서 설명한다.
- [0306] 제8 방법은, 제5 방법 또는 제6 방법을 거친 후, 예컨대 도 23에 도시하는 단계 CS70 내지 CS75를 거침으로써 실행된다. 이 단계 CS70 내지 CS75는 기본적으로 제4 방법에 있어서의 단계 CS30 내지 CS35와 동일하다.
- [0307] 즉, 보정부(10)는, 제5 방법의 단계 CS41 내지 CS46, 또는 제6 방법의 단계 CS51 내지 CS56을 거침으로써 특정 중간 위치(P_{α})를 검출하고, 이 특정 중간 위치(P_{α})의 경시적 적산 변화량(ΔPC_{α})을 측정한다(단계 CS70).
- [0308] 그 후, 보정부(10)는, 전개 위치(P_0) 측의 제2 기준 위치(P_{st2})로 향하는 열림 방향으로 밸브축(200)을 회전시키도록 전동 모터(52)를 구동한다(단계 CS71). 이 때 보정부(10)는, 조작 지시부(11)를 통해, 조작부(5)로 향해서 회전 지시 명령 신호(SS10)를 출력한다.
- [0309] 보정부(10)는, 전동 모터(52)를 구동시키는 동시에, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(M_d)의 적산(카운트)을 시작한다(단계 CS72). 이에 따라, 특정 중간 위치(P_{α})와 이 특정 중간 위치(P_{α})보다도 제2 기준 위치(P_{st2}) 측에 위치하는 특정 중간 위치(P_{γ}) 사이를 회전하는 밸브축(200)의 회전 구간 변위량($L_{\alpha\gamma}$)(회전 구간 적산치($PC_{\alpha\gamma}$))의 측정이 시작된다.
- [0310] 그 후, 보정부(10)는, 위치 검출부(12)를 통해, 특정 중간 위치(P_{γ})가 검출되었는지 여부를 판정한다(단계 CS73).
- [0311] 여기서, 특정 중간 위치(P_{γ})의 검출은, 도 22에 도시하는 것과 같이, 밸브축(200)을 상기 열림 방향으로 회전시키면서 특정 중간 위치(P_{α})를 검출하는 제6 방법과 마찬가지로, ON/OFF 센서(2 $_{\gamma}$)로부터 출력되는 보정용 검지 신호(SS11)의 수신 종료점을 기점으로 하여 실행된다. 이에 따라, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X_2)에 기인한 특정 중간 위치(P_{γ})의 경시적 적산 변화량($\Delta PC_{\gamma 2}$)(특정 중간 위치(P_{γ})의 회전 구간 변위량($\Delta L_{\gamma 2}$))이 측정된다.
- [0312] 위치 검출부(12)를 통해 특정 중간 위치(P_{γ})가 검출되지 않으면, 단계 CS71로 되돌아가, 단계 CS71 내지 단계 CS73이 반복된다. 구체적으로는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 특정 중간 위치(P_{γ})가 검출될 때까지 상기 적산(카운트)이 계속된다.
- [0313] 다른 한편, 특정 중간 위치(P_{γ})가 검출되면, 위치 검출부(12)는, 상기 정보에 관한 검출 신호(SS13)를 검출 위

치 변화량 산출부(14)로 향해서 출력하고, 이 검출 신호(SS13)를 수신한 검출 위치 변화량 산출부(14)는, 상대적 위치 센서(1)에 의해서 검출되는 기계적 변위(Md)의 적산(펄스수의 카운트)을 종료하고, 회전 구간 변위량(L_{aγ})에 대응한 회전 구간 적산치(PC_{aγ})를 계측한다(단계 CS74).

[0314] 그 후, 보정부(10)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)를 통해, 단계 CS74에서 계측된 특정 중간 위치(P_α)의 회전 구간 적산치(PC_{aγ})와, 위치 정보 보존부(13)에 기억·보존되어 있는 특정 중간 위치(P_α)의 회전 구간 초기 적산치(PC_{a ref})와, 특정 중간 위치(P_γ)의 회전 구간 초기 적산치(PC_{γ ref})와, 이미 측정 완료된 특정 중간 위치(P_α)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_α)으로부터, 특정 중간 위치(P_γ)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_γ)을 측정한다(단계 CS75). 이 때, 회전 구간 적산치(PC_{aγ}), 회전 구간 초기 적산치(PC_{a ref}), 회전 구간 초기 적산치(PC_{γ ref}), 경시적 적산 변화량(ΔPC_α) 및 경시적 적산 변화량(ΔPC_γ)의 사이에는, ΔPC_γ=(PC_{aγ}+ΔPC_α)-PC_{aγ ref}(단, PC_{aγ ref}=PC_{γ ref}-PC_{a ref})의 관계식이 성립한다.

[0315] 이상의 단계에 의해, 제8 방법에 의한 특정 중간 위치(P_γ)의 보정 시의 적산치(PC_{aγ})(보정 시의 특정 중간 위치(P_α)에서부터 특정 중간 위치(P_γ)에 이르기까지의 회전 구간 변위량(L_{aγ}))의 계측 및 특정 중간 위치(P_γ)의 경시적 적산 변화량(ΔPC_γ)(특정 중간 위치(P_γ)의 경시적 변화량(ΔL_γ))의 측정이 종료된다.

[0316] 또한, 특정 중간 위치(P_α)에서부터 제2 기준 위치(Pst2)에 이를 때까지, 벨브축(200)(보다 상세하게는, 벨브축(200)에 접합하는 쇼트 플레이트(201)에 마련된 접촉자(201a, 201b))이 복수의 중간 위치를 통과하는 경우에는, 종전의 방법과 마찬가지로, 보정부(10)는, 각각의 중간 위치를 특정 중간 위치(P_γ)로 하여 단계 CS71 내지 단계 CS75를 적절하게 실행한다.

[0317] 상기 제1 내지 제8 방법으로 계측·측정된 각 수치는, 회전 제어 장치(100)가 구비하는 기억 장치에 보존되도록 구성되어도 좋고, 회전 제어 장치(100)로부터 격리된 장소에 마련된 기억 장치에 무선 또는 유선에 의해서 송신되어 보존되도록 구성하여도 좋다.

[0318] [제1 방법 내지 제8 방법의 조합]

[0319] 상기 제1 방법 내지 제8 방법을 중첩적으로 조합하여 보정 모드를 실행하도록 구성하여도 좋다.

[0320] 예컨대, 보정 시에 벨브축(200)을 회전시키는 방향이 동일한 제1 방법과 제5 방법을 동시에(중첩적으로) 실행함으로써, 제1 경시적 변화량(ΔL_{a1}) 및 이것에 대응하는 제1 적산 변위량(ΔPC_{a1})과, 제2 경시적 변화량(ΔL_{a2}) 및 이것에 대응하는 제2 적산 변위량(ΔPC_{a2})을, 상기 임의 위치에서 제1 기준 위치(Pst1)로 향해서 벨브축(200)을 회전시키는 과정에서 대략 동시에 측정할 수 있다. 이에 따라, 단시간에 또한 고정밀도의 보정을 실현할 수 있다.

[0321] 마찬가지로, 제1 방법과 제7 방법, 제3 방법과 제7 방법, 제2 방법과 제6 방법, 제2 방법과 제8 방법 및 제4 방법과 제8 방법을 중첩적으로 조합함으로써 단시간에 또한 고정밀도의 보정을 실현할 수 있다.

[0322] 또한, 상술한 것과 같이, 제3 방법 및 제4 방법은 제1 방법 또는 제2 방법에 이어서 실시되고, 제7 방법 및 제8 방법은 제5 방법 또는 제6 방법에 이어서 실시되지만, 제1 방법과 제2 방법 및 제5 방법과 제6 방법을 연속하여 실시하도록 구성하여도 좋다. 이에 따라, 제1 위치(제1 기준 위치(Pst1))와 제2 위치(제2 기준 위치(Pst2)) 사이에 배치되어 있는 모든 중간 위치에 대하여, 각각을 특정 중간 위치(P_α)로 하여 경시적 변화량(ΔL_α)(경시적 적산 변화량(ΔPC_α))을 측정할 수 있다.

[0323] <보정 방법>

[0324] 이어서, 도 24 내지 도 27을 참조하면서 보정 방법에 관해서 설명한다.

[0325] 또한, 중간 위치를 나타내는 기준치(AP)는, 회전 각도(°)로 나타내는 값으로서 설명한다.

[0326] 본 실시형태에 있어서의 보정은, 상술한 것과 같이, ON/OFF 센서(2_a)의 전극(21a, 21b)의 양단부(도 24 및 도 25 중 좌우 양단부. 이하, 「좌측 단부」 및 「우측 단부」라고 한다.)에 접촉하는 캠 부재(24a, 24b)는, 마모에 의해 경시적 형상 변화되고, 이 경시적 형상 변화에 기인하여 생기는 중간 위치의 검출 위치의 변화를 시정하도록 기준치(AP)를 보정하는 것이다.

[0327] 이하, 2개의 보정 방법에 관해서 설명한다.

[0328] [제1 보정 방법]

[0329] 제1 보정 방법을 도 24 내지 도 26을 참조하면서 설명한다. 이 제1 보정 방법은, 제1 방법 내지 제8 방법의 어

는 한 방법에 의해서 측정된 특정 중간 위치($P\alpha$)의 경시적 변화량($\Delta L\alpha$)(검출 위치 적산량($\Delta PC\alpha$))을 이용하여, 중간 위치(P)를 나타내는 기준치(AP)를 보정하는 방법이며, 도 26에 도시되는 단계 HS1 내지 HS4에 의해 실행된다. 여기서, 중간 위치가 복수 마련되어 있는 경우(5개의 중간 위치가 마련되어 있는 본 실시형태의 경우)는, 각각의 중간 위치에 있어서 단계 HS1 내지 HS4가 실행된다.

- [0330] 보정부(10)는, 기준치 보정량 산출부(15)를 통해, 상기 제1 내지 제8 방법의 어느 것에 의해서 측정된 특정 중간 위치($P\alpha$)의 경시적 적산 변화량($\Delta PC\alpha$)과, 위치 정보 보존부(13)에 기억되어 있는 밸브축(200)의 최대 회전각(Θ_{sp}) 및 이 최대 회전각(Θ)에 대응한 회전 가능 구간 적산치(PCsp)로부터, 특정 중간 위치($P\alpha$)를 포함하는 중간 위치(P)를 나타내는 기준치(AP)의 보정량(ΔAP)을 산출한다(단계 HS1). 이 때 기준치 보정량 산출부(15)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)로부터 경시적 적산 변화량($\Delta PC\alpha$)에 관한 정보(SS18)를 수신하고, 또한 위치 정보 보존부(13)로부터 최대 회전각(Θ_{sp}) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)에 관한 정보(SS19)를 수신한다.
- [0331] 보정량(ΔAP), 검출 위치의 변위량($\Delta PC\alpha$), 최대 회전각(Θ_{sp}) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)의 사이에는, $\Delta AP = \Delta PC\alpha / PC_{sp} \times \Theta_{sp}$ 라는 관계식이 성립한다.
- [0332] 여기서, 상기 제1 내지 제8 방법의 어느 것에 의해서 측정된 특정 중간 위치($P\alpha$)가, 복수 배치된 중간 위치의 전부, 즉, 특정 중간 위치($P\alpha$)가, 전폐 위치(P_c), 위치(P_a), 위치(P_m), 위치(P_b), 전개 위치(P_o)인 경우에는, 각각의 중간 위치에 있어서의 경시적 적산 변화량(ΔPC_c , ΔPC_a , ΔPC_m , ΔPC_b 및 ΔPC_o)이 측정되고 있기 때문에, 각각의 중간 위치를 나타내는 기준치(AP)(기준치(AP_c , AP_a , AP_m , AP_b 및 AP_o))마다 보정량(AP)(보정량(ΔAP_c , ΔAP_a , ΔAP_m , ΔAP_b 및 ΔAP_o))을 산출한다.
- [0333] 다른 한편, 복수의 중간 위치 중 하나의 중간 위치, 예컨대 밸브 개방도 20% 위치(P_a)만의 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)이 측정되고 있는 경우에는, 이 경시적 적산 변화량(ΔPC_a)을 이용하여, 모든 중간 위치를 나타내는 기준치(AP)(AP_c , AP_a , AP_m , AP_b 및 AP_o)에 공통인 보정량(ΔAP)을 산출한다.
- [0334] 전자에 의하면, 높은 정밀도의 보정을 실시할 수 있다. 후자에 의하면, 보정에 걸리는 시간을 억제할 수 있다.
- [0335] 기준치 보정량 산출부(15)는, 보정량(ΔAP)을 산출한 후, 밸브축(200)이 회전하는 방향을 판정하고(단계 HS2), 이 회전 방향에 따라서 기준치(AP)를 보정한다.
- [0336] 즉, 밸브축(200)이, 도 24에 도시하는 것과 같이, 절대적 위치를 나타내는 값이 감소하는 상기 닫힘 방향(본 실시형태에서는, 전개 위치(P_o)에서 전폐 위치(P_c)로 향하는 방향)으로 회전하고 있을 때에 검출되는 기준치(AP)에 대해서는, 현재의 값으로부터 보정량(ΔAP)을 감산함으로써 보정 후의 기준치(AP')를 산출한다(단계 HS3).
- [0337] 다른 한편, 밸브축(200)이, 도 25에 도시하는 것과 같이, 절대적 위치를 나타내는 값이 증대되는 열림 방향(본 실시형태에서는, 전폐 위치(P_c)에서 전개 위치(P_o)로 향하는 방향)으로 회전하고 있을 때에 검출되는 기준치(AP)에 대해서는, 현재의 값에 보정량(ΔAP)을 가산함으로써 보정 후의 기준치(AP')를 산출한다(단계 HS4).
- [0338] 이상의 단계를 거쳐 제1 보정 방법은 종료된다.
- [0339] 보정 후의 기준치(AP')에 관한 데이터는, 예컨대 회전 제어 장치(100)가 구비하는 불휘발성 메모리에 보존된다. 또한, 다른 사양에서는, 예컨대 회전 제어 장치(100)로부터 격리된 장소에 설치된 기억 장치에 무선 또는 유선에 의해서 송신되어 보존되도록 구성하여도 좋다.
- [0340] 보존된 보정 후의 기준치(AP')에 관한 정보(SS21)는, 예컨대 기준치 갱신부(32)로 보내지고, 통상 동작 모드에 있어서, 보정 후의 기준치(AP')가 반영된 갱신이 실행된다. 또한, 보정을 거듭함으로써 축적되는 데이터는, 그 시계열적 트렌드를 모니터링함으로써 회전 제어 장치(100)의 고장 진단이나 예방 보전에 도움이 되게 할 수 있다. 이 때, ON/OFF 센서(2_1~2_n)의 사용 빈도를 나타내는 파라미터, 예컨대 통상 동작 모드에 있어서 ON/OFF 센서(2_1~2_n)로부터 출력되는 검지 신호($P_1 \sim P_n$)의 횟수 등을 병행하여 취득함으로써, 사용 빈도와 마모에 의한 검출 위치의 변화량/보정량의 상관을 구할 수 있기 때문에, 보다 효과적인 예방 보전이 가능하게 된다.
- [0341] [제2 보정 방법]
- [0342] 이어서, 제2 보정 방법을 도 24, 도 25 및 도 27을 참조하면서 설명한다. 이 제2 보정 방법은, 제1 방법 내지 제4 방법 중 적어도 하나에 의해서 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 제1 경시적 변화량($\Delta L\alpha_1$) 및 이것에 대응하는 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PC\alpha_1$)을 측정하고, 또한 제5 방법 내지 제8 방법 중 적어도 하나에 의해서 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 제2 경시적 변화량($\Delta L\alpha_2$) 및 이것에

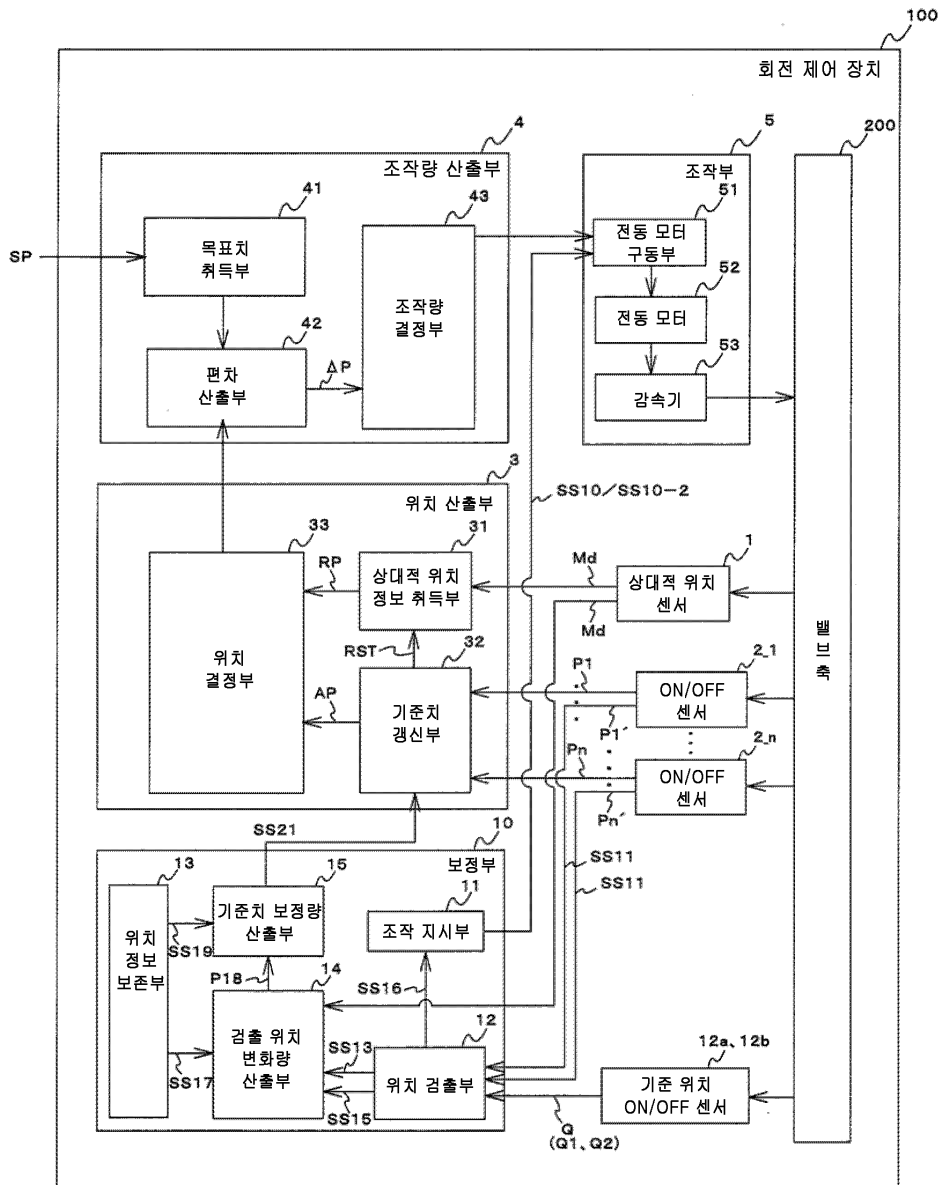
대응하는 제2 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 2$)을 측정할 경우에 실행되는 보정 방법이며, 도 27에 도시하는 단계 HS10 내지 HS14에 의해 실행된다. 여기서, 중간 위치가 복수 마련되어 있는 경우(5개의 중간 위치가 마련되어 있는 본 실시형태의 경우)는, 각각의 중간 위치에 있어서 단계 HS10 내지 HS14가 실행된다.

- [0343] 보정부(10)는, 기준치 보정량 산출부(15)를 통해, 상기 제1 내지 제4 방법의 적어도 하나의 방법에 의해서 측정된 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 1$)과, 위치 정보 보존부(13)에 기억되어 있는 밸브축(200)의 최대 회전각(θ_{sp}) 및 이 최대 회전각(θ_{sp})의 사이에 상대적 위치 센서(1)가 검출하는 기계적 변위의 회전 가능 구간 적산치(PCsp)로부터, 중간 위치(P)를 나타내는 기준치(AP)에 있어서의 제1 보정량($\Delta AP1$)을 산출한다(단계 HS10). 이 제1 보정량($\Delta AP1$)은, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X1)에 기인한 검출 위치의 변화를 시정하는 보정량이다.
- [0344] 이 때 기준치 보정량 산출부(15)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)로부터 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 1$)에 관한 정보(SS18)를 수신하고, 위치 정보 보존부(13)로부터 최대 회전각(θ) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)에 관한 정보(SS19)를 수신한다.
- [0345] 제1 보정량($\Delta AP1$), 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 1$), 최대 회전각(θ_{sp}) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)의 사이에는, $\Delta AP = \Delta PC \alpha / PC_{sp} \times \theta_{sp}$ 라는 관계식이 성립한다.
- [0346] 상기 제1 내지 제4 방법에 있어서의 특정 중간 위치(P α)가, 복수 배치된 중간 위치의 전부, 즉, 전폐 위치(Pc), 위치(Pa), 위치(Pm), 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)인 경우에는, 각각의 중간 위치에 있어서 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PCc1$, $\Delta PCa1$, $\Delta PCm1$, $\Delta PCb1$ 및 $\Delta PCo1$)이 측정되고 있기 때문에, 각각의 중간 위치를 나타내는 기준치(AP)(기준치(APc, APa, APm, APb 및 APo))마다 제1 보정량(AP1)(제1 보정량($\Delta APc1$, $\Delta APa1$, $\Delta APm1$, $\Delta APb1$ 및 $\Delta APo1$))을 산출한다.
- [0347] 다른 한편, 복수의 중간 위치 중 하나의 중간 위치, 예컨대 밸브 개방도 20% 위치(Pa)만의 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PCa1$)이 측정되고 있는 경우에는, 이 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PCa1$)을 이용하여, 모든 중간 위치를 나타내는 제1 기준치(AP1)(제1 기준치(APc1, APa1, APm1, APb1 및 APo1))에 공통인 제1 보정량($\Delta AP1$)을 산출한다.
- [0348] 전자에 의하면, 높은 정밀도의 보정을 실시할 수 있다. 후자에 의하면, 보정에 걸리는 시간을 억제할 수 있다.
- [0349] 이어서, 보정부(10)는, 기준치 보정량 산출부(15)를 통해, 상기 제5 내지 제8 방법의 적어도 하나의 방법에 의해서 측정된 제2 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 2$)과, 위치 정보 보존부(13)에 기억되어 있는 밸브축(200)의 최대 회전각(θ_{sp}) 및 이 최대 회전각(θ_{sp})의 사이에 상대적 위치 센서(1)가 검출하는 기계적 변위의 회전 가능 구간 적산치(PCsp)로부터, 중간 위치(P)를 나타내는 기준치(AP)에 있어서의 제2 보정량($\Delta AP2$)을 산출한다(단계 HS11). 이 제2 보정량($\Delta AP2$)은, 캠 부재(24a, 24b)의 경시적 형상 변화(X2)에 기인한 검출 위치의 변화를 시정하는 보정량이다.
- [0350] 이 때 기준치 보정량 산출부(15)는, 검출 위치 변화량 산출부(14)로부터 제1 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 2$)에 관한 정보(SS18)를 수신하고, 위치 정보 보존부(13)로부터 최대 회전각(θ) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)에 관한 정보(SS19)를 수신한다.
- [0351] 제2 보정량($\Delta AP2$), 제2 경시적 적산 변화량($\Delta PC \alpha 2$), 최대 회전각(θ_{sp}) 및 회전 가능 구간 적산치(PCsp)의 사이에는, $\Delta AP = \Delta PC \alpha / PC_{sp} \times \theta_{sp}$ 라는 관계식이 성립한다.
- [0352] 상기 제5 내지 제8 방법에 있어서의 특정 중간 위치(P α)가, 복수 배치된 중간 위치의 전부, 즉, 전폐 위치(Pc), 위치(Pa), 위치(Pm), 위치(Pb) 및 전개 위치(Po)인 경우에는, 각각의 중간 위치에 있어서 제2 경시적 적산 변화량($\Delta PCc2$, $\Delta PCa2$, $\Delta PCm2$, $\Delta PCb2$ 및 $\Delta PCo2$)이 측정되고 있기 때문에, 각각의 중간 위치를 나타내는 기준치(AP)(기준치(APc, APa, APm, APb 및 APo))마다 제2 보정량(AP2)(제2 보정량($\Delta APc2$, $\Delta APa2$, $\Delta APm2$, $\Delta APb2$ 및 $\Delta APo2$))을 산출한다.
- [0353] 다른 한편, 복수의 중간 위치 중 하나의 중간 위치, 예컨대 밸브 개방도 20% 위치(Pa)만의 제2 경시적 적산 변화량($\Delta PCa2$)이 측정되고 있는 경우에는, 이 제2 경시적 적산 변화량($\Delta PCa2$)을 이용하여, 모든 중간 위치를 나타내는 제2 기준치(AP2)(제2 기준치(APc2, APa2, APm2, APb2 및 APo2))에 공통인 제2 보정량($\Delta AP2$)을 산출한다.
- [0354] 전자에 의하면, 높은 정밀도의 보정을 실시할 수 있다. 후자에 의하면, 보정에 걸리는 시간을 억제할 수 있다.

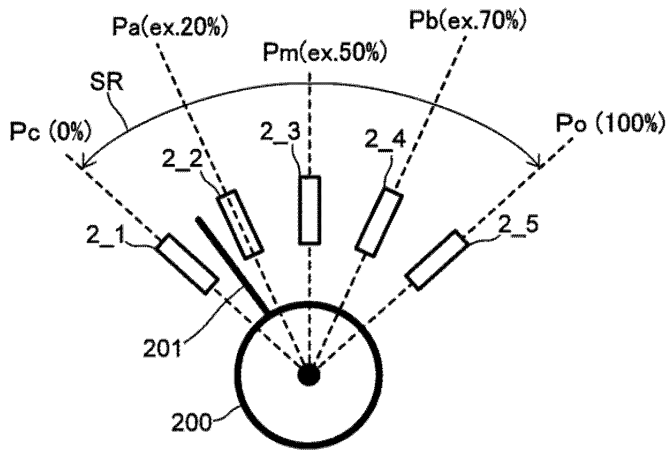
33: 위치 결정부	41: 목표치 취득부
42: 편차 산출부	43: 조작량 결정부
51: 전동 모터 구동부	52: 전동 모터
53: 감속기	SP: 목표치
PV: 실제 개방도	ΔP : 편차
MV: 조작량	RP: 적산치
AP: 기준치	RST: 리셋 신호
$P\alpha$: 특정 중간 위치	Pst1: 제1 기준 위치
Pst2: 제2 기준 위치	$L\alpha$: 회전 구간 변위량
$\Delta L\alpha$: 경시적 변화량	PC α : 회전 구간 적산치
PC aref: 회전 구간 초기 적산치	$\Delta PC\alpha$: 경시적 적산 변화량
ΔAP : 기준치 보정량	

도면

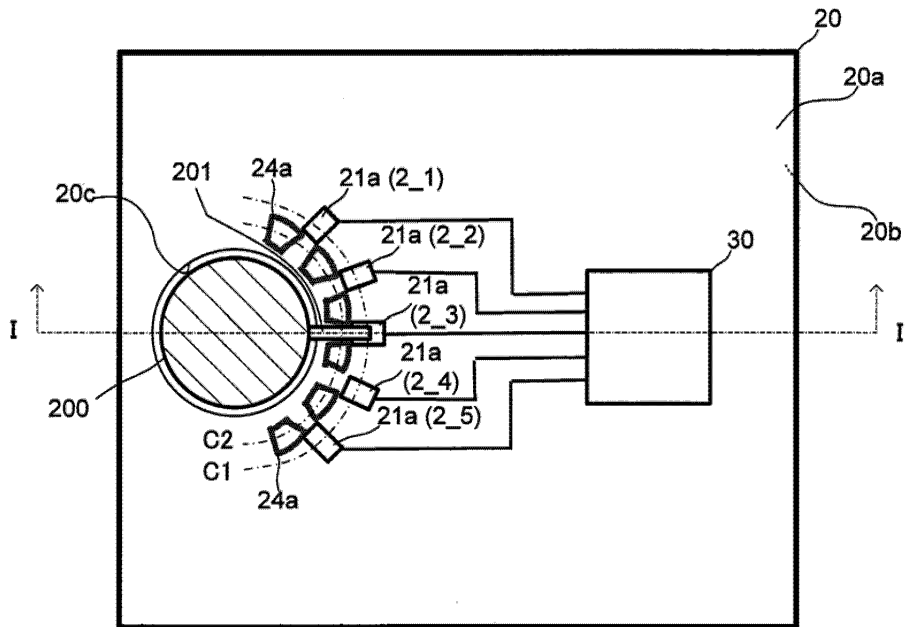
도면1



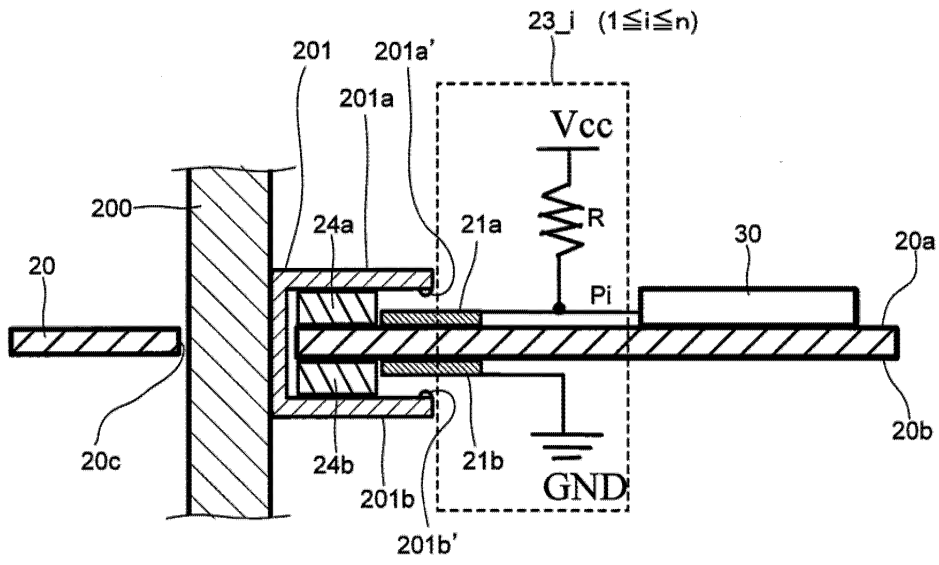
도면2



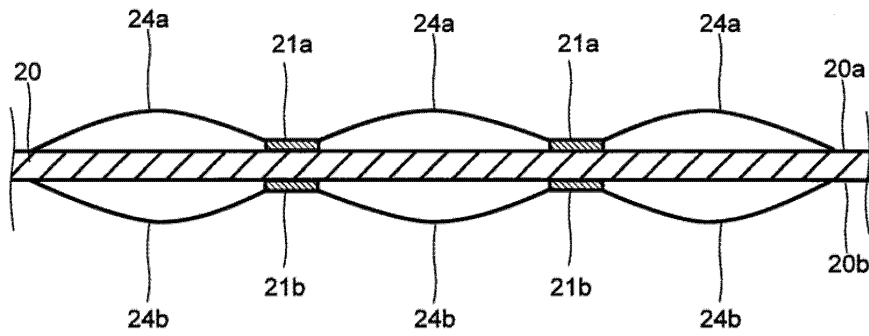
도면3a



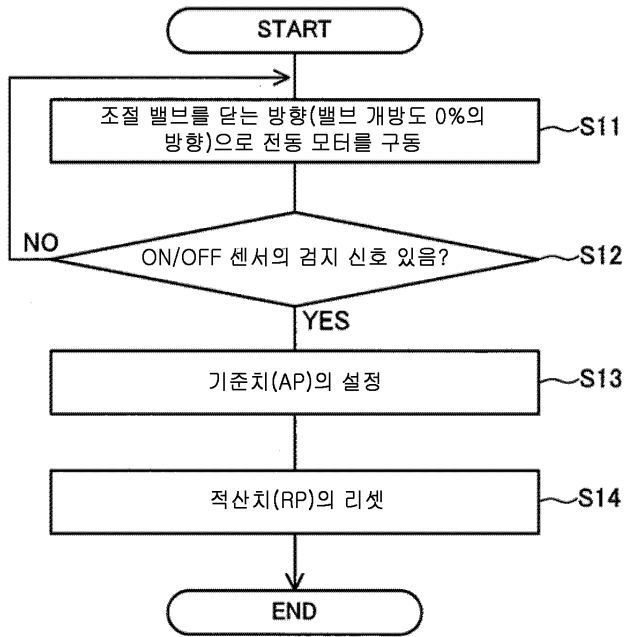
도면3d



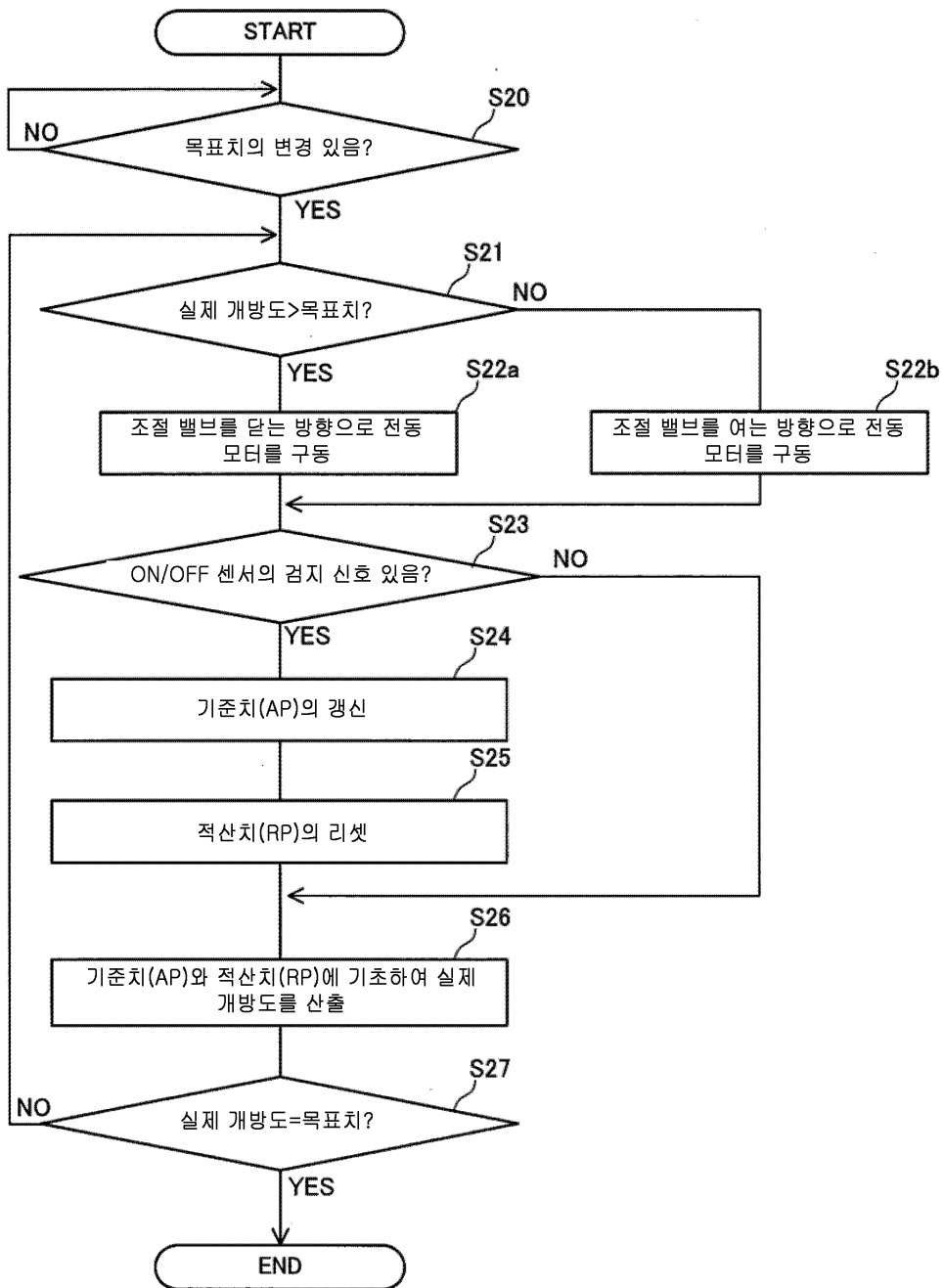
도면3e



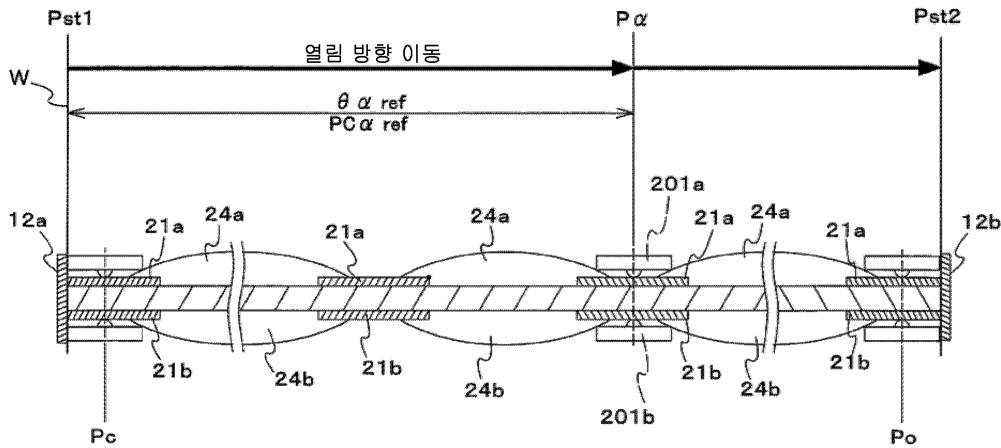
도면4



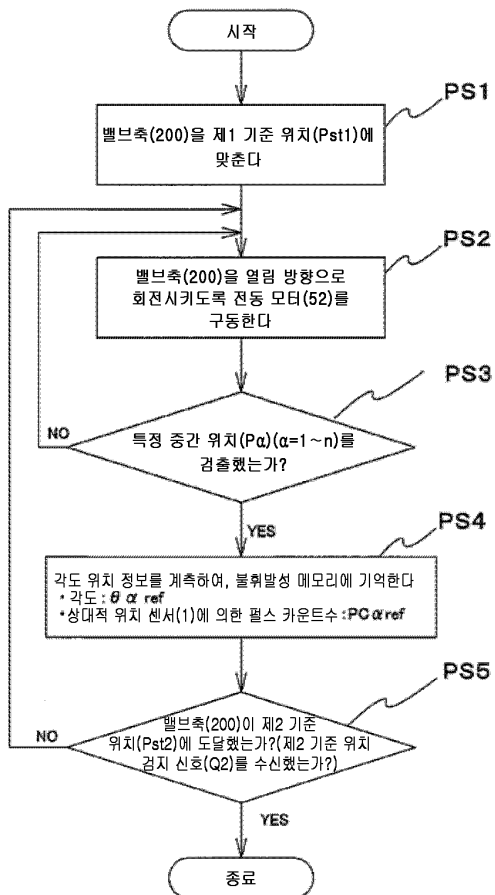
도면5



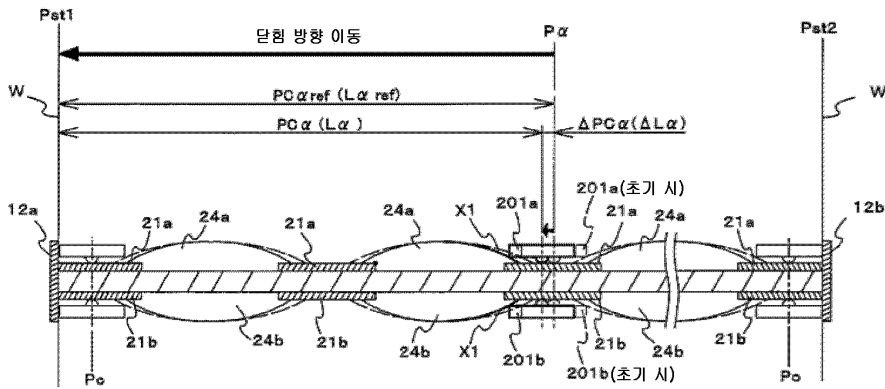
도면6



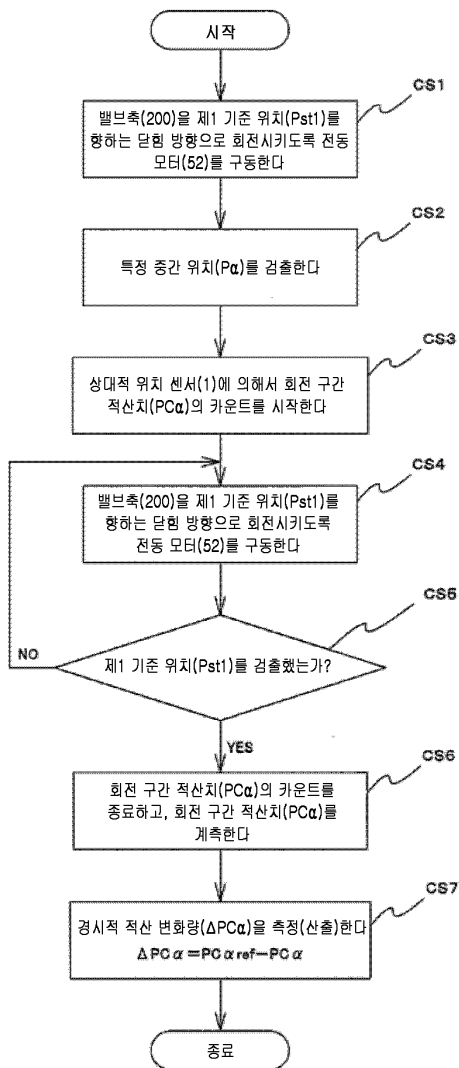
도면7



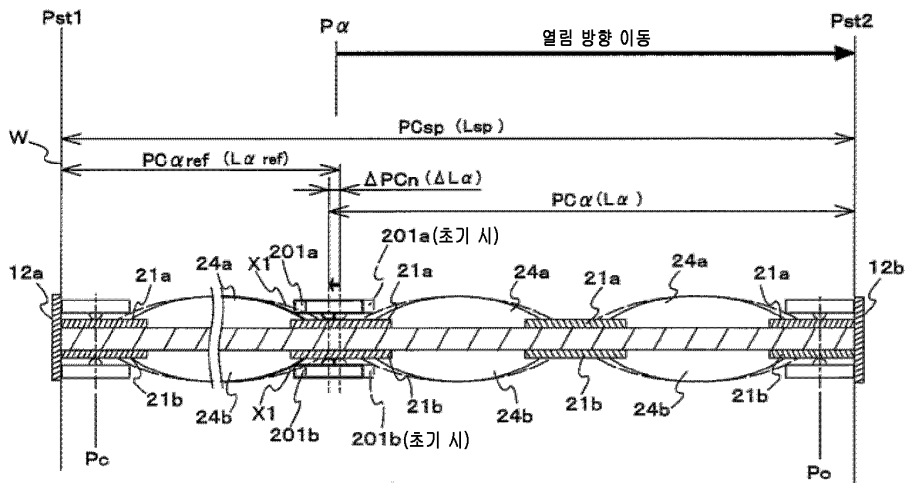
도면8



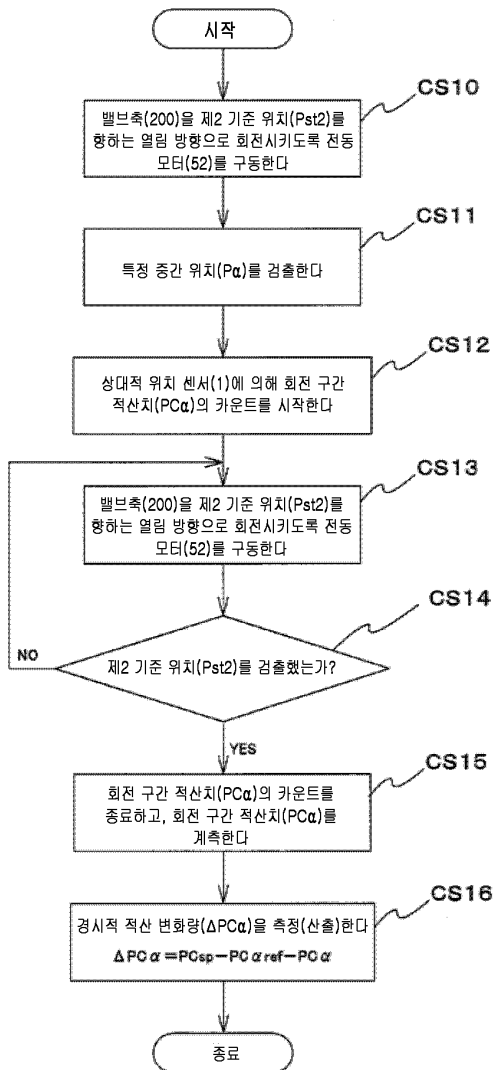
도면9



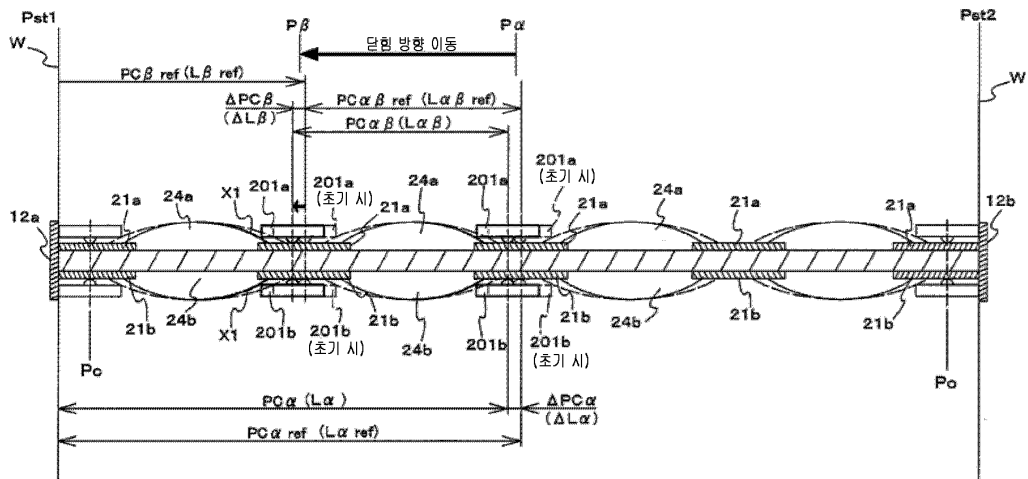
도면10



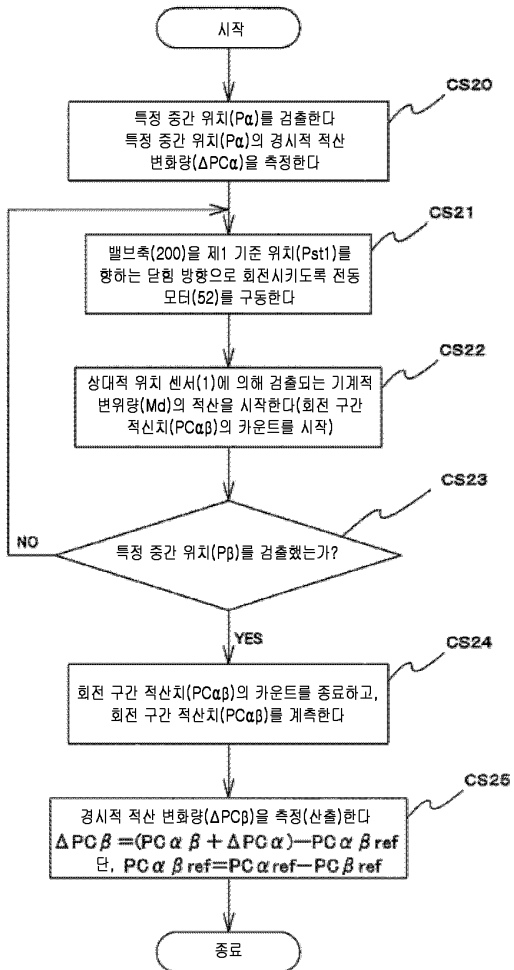
도면11



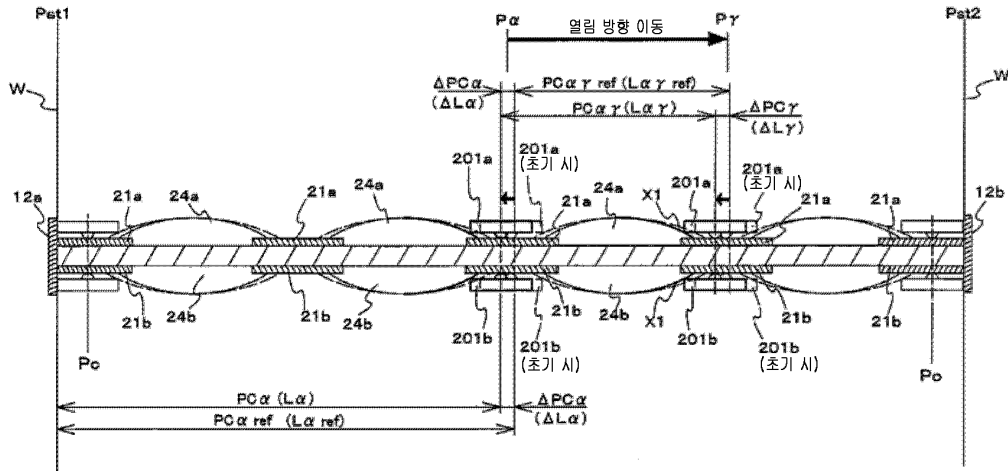
도면12



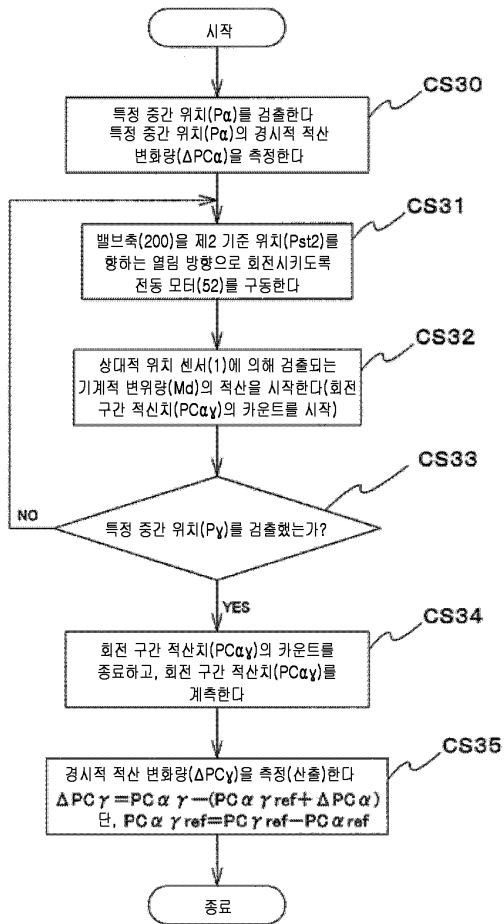
도면13



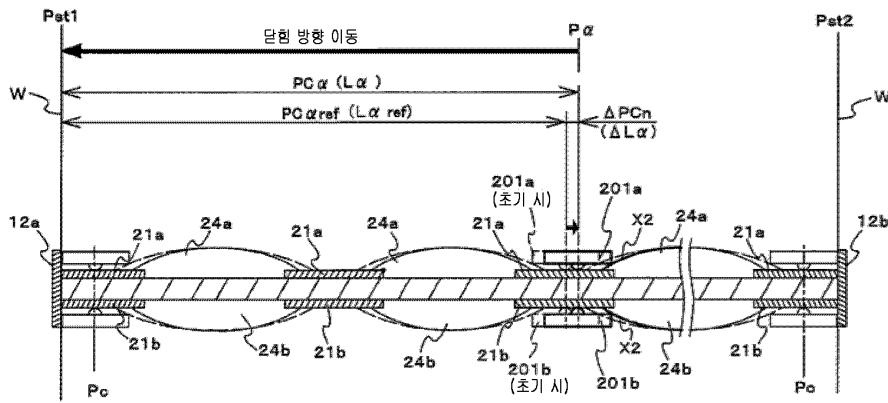
도면14



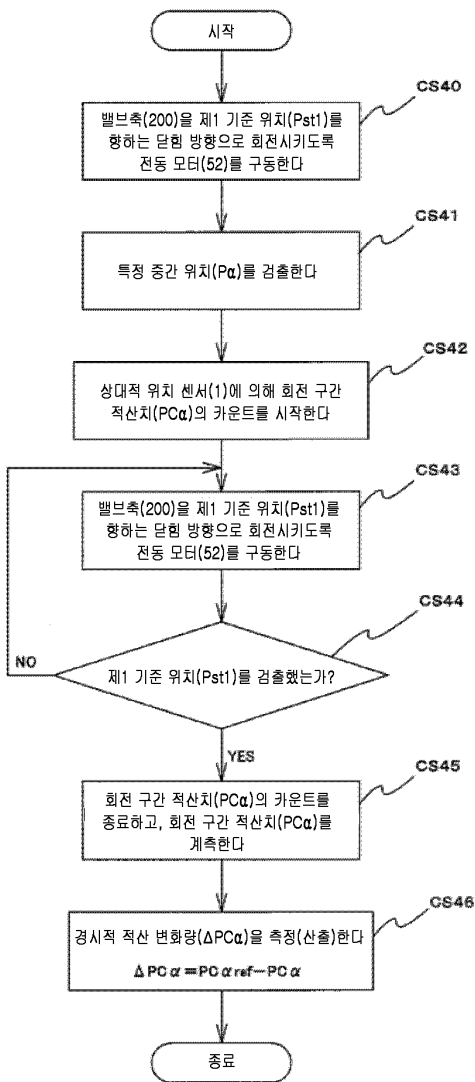
도면15



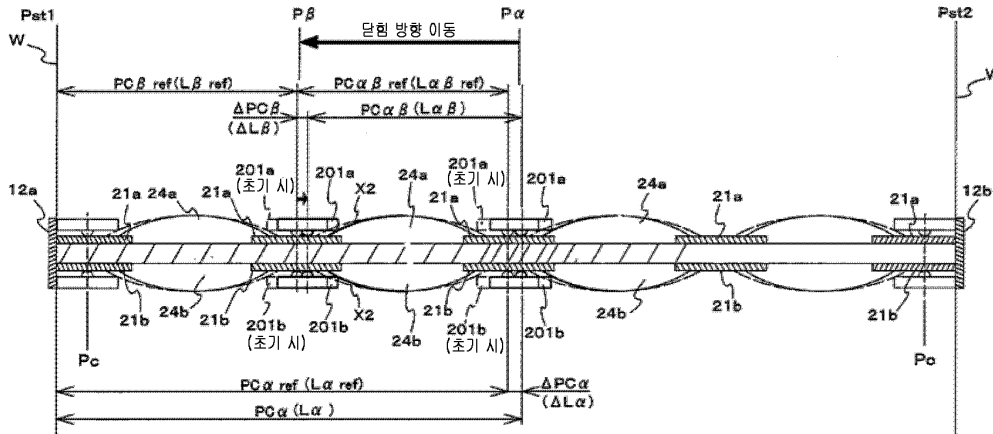
도면16



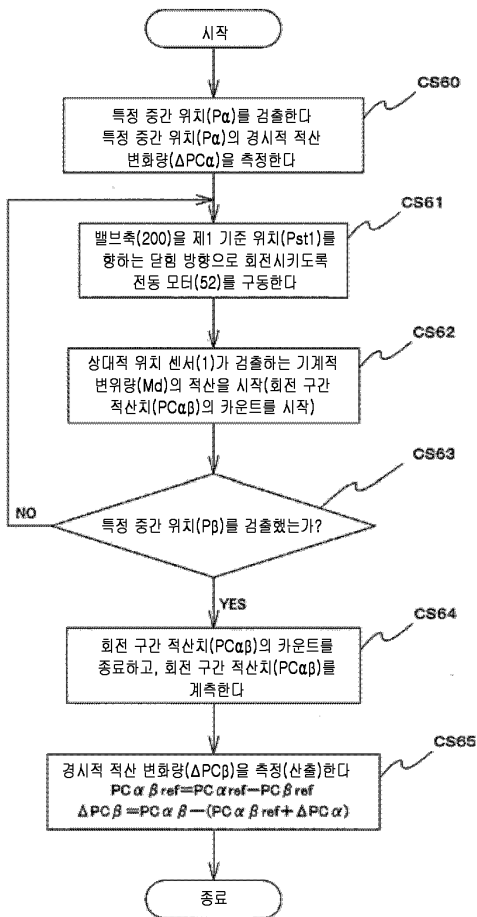
도면17



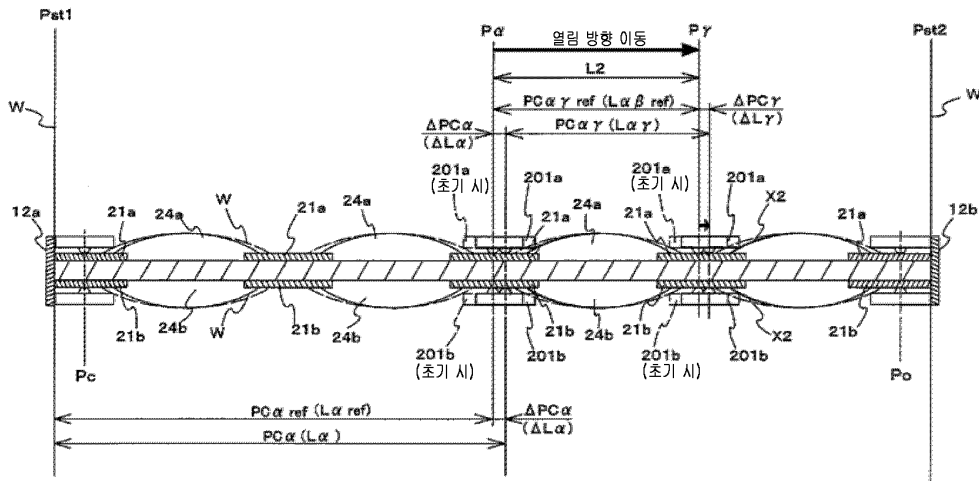
도면20



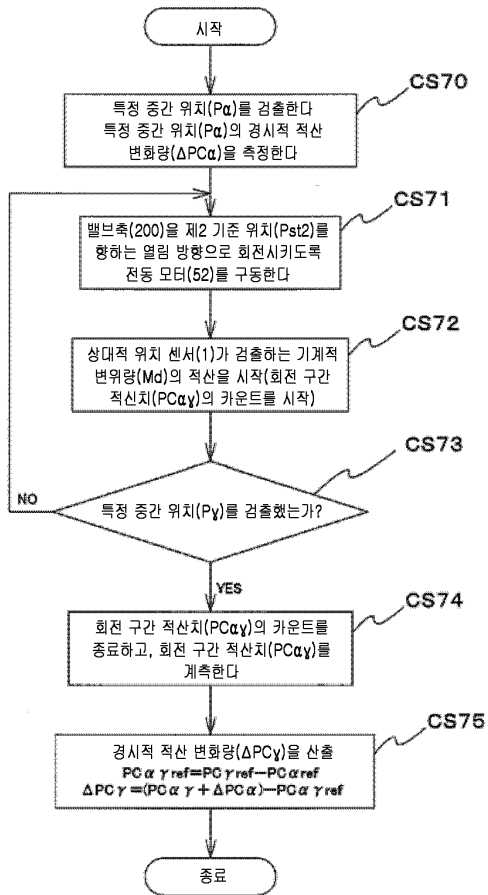
도면21



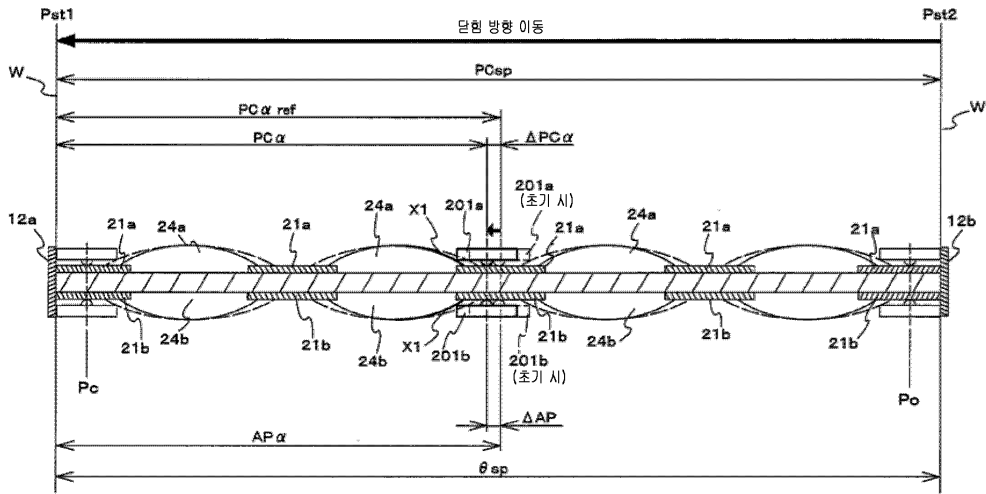
도면22



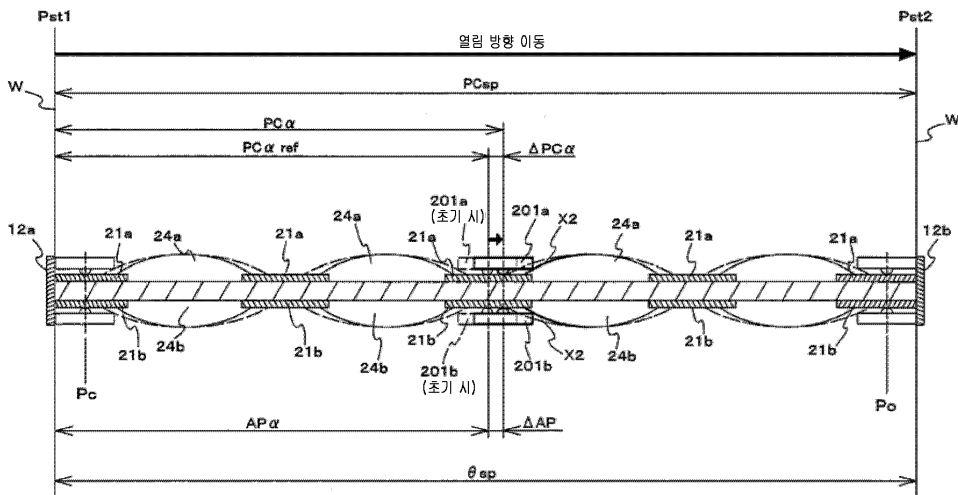
도면23



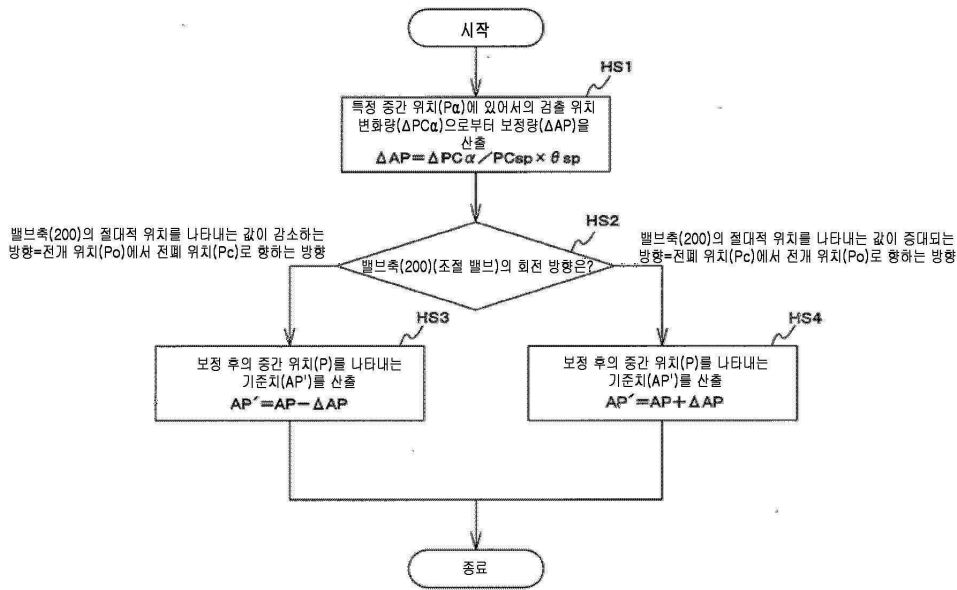
도면24



도면25



도면26



도면27

