



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월06일
(11) 등록번호 10-2440407
(24) 등록일자 2022년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16K 37/00 (2006.01) F16K 1/22 (2006.01)
F16K 31/04 (2006.01) F16K 51/02 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16K 37/0025 (2013.01)
F16K 1/221 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0034616
(22) 출원일자 2021년03월17일
심사청구일자 2021년03월17일
(65) 공개번호 10-2021-0120851
(43) 공개일자 2021년10월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-057755 2020년03월27일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2019019851 A
WO2019106960 A1
JP2009036108 A
KR1020170094761 A

(73) 특허권자
씨케이디 가부시키 가이샤
일본 아이치켄 코마키시 오우지 2-초메 250
(72) 발명자
유토 스즈키
일본 485-8551 아이치현 코마키시 오우지 2-초메 250 씨케이디 가부시키 가이샤 내
케이이치 니시카와
일본 485-8551 아이치현 코마키시 오우지 2-초메 250 씨케이디 가부시키 가이샤 내
(74) 대리인
이은철, 이우영, 전병기

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 광성룡

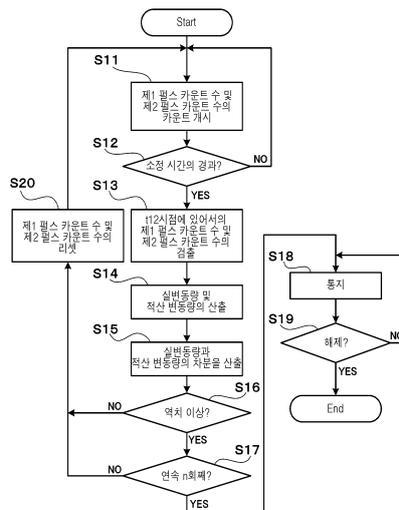
(54) 발명의 명칭 버터플라이 밸브

(57) 요약

본 발명의 과제는 비용의 증대를 억제하면서, 모터에 생기는 이상 진동을 확실하게 감지하는 것이 가능한 버터플라이 밸브를 제공하는 것이다.

이를 위해, 압력 센서(35)를 구비하는 진공 챔버(32)와 진공 펌프(33) 사이의 배관(34) 상에 배설되고, 진공 챔(뒷면에 계속)

대표도 - 도8



버(32)의 압력 제어를 행하는 버터플라이 밸브(1)로서, 서보 모터(11)와, 서보 모터(11)에 접속되는 로드(10)를 중심으로, 개방향 또는 폐방향으로 회전되는 버터플라이 밸브체(9)와, 압력 센서(35)가 검출하는 진공 챔버(32)의 압력 값에 기초하여, 버터플라이 밸브체(9)의 개도를 조정하는 제어부(13)를 구비한다. 제어부(13)는, 적어도 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 감시 시간 M1~M 내에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 이상 진동 검지 프로그램(132a)을 구비한다.

(52) CPC특허분류

F16K 31/04 (2013.01)

F16K 51/02 (2013.01)

H01L 21/67017 (2013.01)

H01L 21/67253 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

압력 센서(35)를 구비하는 진공 챔버(32)와 진공 펌프(33) 사이의 배관(34) 상에 배설되고, 상기 진공 챔버(32)의 압력 제어를 행하는 버터플라이 밸브(1)로서, 모터(11)와, 상기 모터(11)에 접속되는 회전축을 중심으로, 개방향(K) 또는 폐방향(-K)으로 회전되는 버터플라이 밸브체(9)와, 상기 압력 센서(35)가 검출하는 상기 진공 챔버(32)의 압력 값에 기초하여, 상기 버터플라이 밸브체(9)의 개도를 조정하는 제어부(13)를 구비하는 버터플라이 밸브(1)에 있어서,

상기 제어부(13)는, 적어도 상기 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간 내에 있어서의 상기 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 상기 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 이상 진동 검지 프로그램을 구비하는 것을 특징으로 하는 버터플라이 밸브.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 이상 진동 검지 프로그램은, 상기 소정 시간의 개시 시점에 있어서의 상기 버터플라이 밸브체의 개도와, 상기 소정 시간의 종료 시점에 있어서의 상기 버터플라이 밸브체의 개도의 차분인 실변동량과, 상기 개시 시점으로부터 상기 종료 시점의 사이의 상기 버터플라이 밸브체의 변동량을 적산한 적산 변동량과의 차분이, 소정의 역치 이상인 때에, 상기 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단하는 것을 특징으로 하는 버터플라이 밸브.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 모터는 인코더를 구비하고,

상기 이상 진동 검지 프로그램은, 상기 인코더에 의해 출력되는 펄스에 기초하여, 상기 실변동량을 산출하기 위한 제1의 펄스 카운트 수와, 상기 적산 변동량을 산출하기 위한 제2의 펄스 카운트 수를 산출하고,

상기 제1 펄스 카운트 수는, 상기 버터플라이 밸브체가 상기 개방향 또는 상기 폐방향으로 회전하는 경우에 업 카운트되고, 상기 업 카운트되는 방향과는 반대 방향으로 상기 버터플라이 밸브체가 회전하는 경우에 다운 카운트되는 것으로 산출되는 것이며,

상기 실변동량은, 상기 개시 시점에 있어서의 상기 제1 펄스 카운트 수와, 상기 종료 시점에 있어서의 상기 제1 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지고,

상기 제2 펄스 카운트 수는, 상기 버터플라이 밸브체의 회전하는 방향에 관계 없이, 업 카운트되는 것으로 산출되는 것이고,

상기 적산 변동량은, 상기 개시 시점에 있어서의 상기 제2 펄스 카운트 수와, 상기 종료 시점에 있어서의 상기 제2 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지는 것을 특징으로 하는 버터플라이 밸브.

청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이상 진동 검지 프로그램은, 연속하는 복수 회의 상기 소정 시간 중에서, 소정의 횟수 연속하여, 상기 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단했을 때에, 상기 모터에 이상이 생긴 것을 통지하는 것을 특징으로 하는 버터플라이 밸브.

청구항 5

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 모터는 서보 모터인 것을 특징으로 하는 버터플라이 밸브.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 모터는 서보 모터인 것을 특징으로 하는 버터플라이 밸브.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 압력 센서를 구비하는 진공 챔버(眞空 chamber)와 진공 펌프(眞空 pump) 사이의 배관에 배설되고, 진공 챔버의 압력 제어를 행하는 버터플라이 밸브(butterfly valve)이며, 모터와, 모터에 접속되는 회전축을 중심으로 개방향(開方向) 또는 폐방향(閉方向)으로 회전되는 버터플라이 밸브체(弁體)와, 압력 센서가 검출하는 진공 챔버의 압력 값(壓力值)에 기초하여, 버터플라이 밸브체의 개도(開度)를 조정하는 제어부를 구비하는 버터플라이 밸브에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 반도체 제조 장치에 있어서, 프로세스 가스에 의해 웨이퍼의 성막 처리를 행하는 진공 챔버와, 진공 챔버의 배기를 행하기 위한 진공 펌프가 이용되고 있으며, 진공 챔버와 진공 펌프 사이의 배관 상에는 진공 챔버의 압력 제어를 행하는 버터플라이 밸브가 배설되어 있다. 버터플라이 밸브는, 예를 들면, 특허 문헌 1에 개시된 바와 같이, 모터와 모터에 접속되는 회전축을 중심으로, 개방향 또는 폐방향으로 회전되는 버터플라이 밸브체를 구비하고 있으며, 진공 챔버의 압력 값에 기초하여 행해지는 모터의 제어에 의해, 버터플라이 밸브체의 개도가 조정된다. 이 개도 조정에 의해, 진공 챔버의 압력 제어가 행해지는 것이다.

[0003] 진공 챔버를 목표 압력 값으로 하기 위해서는, 버터플라이 밸브의 버터플라이 밸브체의 개도가, 당해 목표 압력 값에 대응하는 개도로 제어되는 것이지만, 진공 챔버가 목표 압력 값에 도달하고, 목표 압력 값에 안정되어 있는 동안, 버터플라이 밸브체는 소정의 개도를 일정하게 유지되어 전혀 움직이지 않는다는 것은 아니고, 진공 챔버의 압력 값의 안정 상태가 유지되도록, 압력 제어에 의해 미소한 개도의 변동이 반복되고 있는 경우가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 특개 2019-19851호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 상기 종래 기술에는 다음과 같은 문제가 있었다.

[0006] 버터플라이 밸브는, 모터의 제어 파라미터의 미스 매칭이 발생하거나, 조립 불량이나 경년 열화에 의한 기계 슬라이딩 저항이 증가한다든지 하면, 모터에 이상 진동이 발생하는 경우가 있다.

[0007] 특히, 근년의 원자층 퇴적법(ALD: Atomic Layer Deposition)의 보급에 의해, 모터에 이상 진동이 발생하는 문제가 현저해지고 있다. ALD에 의해 반도체 제조 사이클이 단축화 되고 있고, 1 사이클 당 복수 종류의 가스를 사용하기 위해서는, 버터플라이 밸브에 의한 진공 챔버의 압력 제어도 고속화되고 있다. 이 압력 제어의 고속화에 대응하기 위해, 버터플라이 밸브체의 전개(全開)로부터 전폐(全閉)까지(또는 전폐로부터 전개까지)의 시간이 0.1초 정도라는 매우 빠른 스피드가 요구되고 있다. 이러한 배경으로부터, 버터플라이 밸브에는 서보 모터가 이용되고 있으며, 응답 속도를 빠르게 하기 위해 게인(gain)을 올리는 것이 행해진다. 게인을 올리면, 서보 모터의 응답 속도가 빨라지는 한편, 서보 모터의 반응이 너무 좋게 되어 버려, 버터플라이 밸브체를 소정의 개도에 정지시키고 싶은 경우에도, 버터플라이 밸브체의 정지가 되기 어렵고, 미소한 개도의 변동이 불필요하게 반복될 우려가 있다. 이 불필요한 개도의 변동이, 서보 모터에 이상한 진동을 발생시키는 원인으로 될 수 있다.

[0008] 상기한 모터의 이상 진동은, 방치하면, 버터플라이 밸브의 손상(버터플라이 밸브에 이용되는 시일(seal) 부재의 마모나, 회전축을 지지하는 베어링의 파손 등)으로 이어질 우려가 있다. 버터플라이 밸브가 파손되면, 반도체 제조 장치의 가동을 멈추고, 버터플라이 밸브의 교환을 행하지 않으면 안되기 때문에, 반도체 제조 효율의 저하를 초래할 우려가 있다. 따라서, 모터의 이상 진동이 방지되는 일이 없도록 감시할 필요가 있다.

[0009] 모터의 이상 진동을 감지하기 위해서는, 버터플라이 밸브에 가속도 센서를 장착하는 것을 고려할 수 있지만, 새로운 부품의 증가는 비용 증가가 우려된다. 또, 비록 버터플라이 밸브에 가속도 센서를 장착해도, 버터플라이 밸브가 내장된 반도체 제조 장치는 많은 구동부 기구가 구비되어 있으며, 각각이 진동을 발하기 때문에, 버터플라이 밸브의 모터만의 진동을 감지하는 것이 곤란하다.

[0010] 본 발명은, 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 비용의 증대를 억제하면서 모터에 생기는 이상 진동을 확실하게 감지하는 것이 가능한 버터플라이 밸브를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 버터플라이 밸브는 다음과 같은 구성을 가지고 있다.

[0012] 압력 센서를 구비하는 진공 챔버와 진공 펌프 사이의 배관 상에 배설되고, 상기 진공 챔버의 압력 제어를 행하는 버터플라이 밸브로서, 모터와, 상기 모터에 접속되는 회전축을 중심으로, 개방향 또는 폐방향으로 회전되는 버터플라이 밸브체와, 상기 압력 센서가 감지하는 상기 진공 챔버의 압력 값에 기초하여, 상기 버터플라이 밸브체의 개도를 조정하는 제어부를 구비하는 버터플라이 밸브에 있어서, 상기 제어부는, 적어도 상기 진공 챔버의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간 내에 있어서의 상기 버터플라이 밸브체의 개도의 변동량에 기초하여, 상기 모터에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 이상 진동 감지 프로그램(異常振動檢知 program)을 구비한다.

[0013] 상기 버터플라이 밸브에 의하면, 비용의 증대를 억제하면서, 모터에 생기는 이상 진동을 확실하게 감지하는 것이 가능하게 된다.

[0014] 진공 챔버를 목표 압력 값으로 하기 위해서는, 버터플라이 밸브의 버터플라이 밸브체의 개도가, 당해 목표 압력 값에 대응하는 개도로 제어되는 것이지만, 진공 챔버가, 목표 압력 값에 도달하고, 목표 압력 값으로 안정되어 있는 동안, 버터플라이 밸브체는 소정의 개도로 일정하게 유지되어 전혀 움직이지 않는다는 것은 아니고, 압력의 안정 상태가 유지되도록, 압력 제어에 의해, 미소한 개도의 변동(이하 미소 변동이라 한다)이 반복되고 있는 경우가 있다. 그런 가운데, 출원인은, 모터에 이상 진동이 생긴 경우에도 미소 변동이 생기는 것을 발견하고, 더욱이, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동과, 모터에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동에서는, 미소 변동의 주기가 다른 것을 발견하였다. 모터에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동의 주기는, 정상 시의 미소 변동의 주기에 비하면, 약 수십 분의 1로 짧게 된다. 따라서, 제어부가, 진공 챔버의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간(예를 들면, 정상 시의 미소 변동의 주기에 비하여 충분히 짧은 시간) 내에 있어서의 버터플라이 밸브체의 개도의 변동량에 기초하여, 모터에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 이상 진동 감지 프로그램을 구비하는 것으로, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동과, 모터에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동을 구별할 수 있고, 나아가서는, 모터에 생기는 이상 진동을 감지하는 것이 가능하게 된다.

[0015] 또, 가속도 센서 등에 의해 직접 진동을 감지하는 것은 아니고, 이상 진동 감지 프로그램이 버터플라이 밸브체의 개도의 변동량에 기초하여 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 위해, 가속도 센서 등의 별도의 부품을 요하지 않고, 비용의 증가를 억제할 수 있다. 또, 버터플라이 밸브체의 개도의 변동량에 기초하여, 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 위해, 버터플라이 밸브가 반도체 제조 장치에 내장되어도, 반도체 제조 장치가 가지는 많은 구동부 기구로부터 발생하는 진동에 현혹되는 일이 없이, 모터만의 진동을 확실하게 감지하는 것이 가능하게 되기 때문에, 이상 진동이 방지되어, 버터플라이 밸브에 손상이 생기는 것을 방지 할 수 있으며, 나아가 반도체 생산 효율의 저하를 방지할 수 있다.

[0016] 또한, 소정 시간은, 어느 정도의 버터플라이 밸브체의 변동을 이상이라고 판단하는지, 버터플라이 밸브의 사용 조건에 따라 정한 후, 정상 시의 미소 변동의 주기에 비하여 충분히 짧은 시간(예를 들면 20~40msec 사이)에서 임의로 설정된다.

[0017] (2) (1)에 기재된 버터플라이 밸브에 있어서, 상기 이상 진동 감지 프로그램은, 상기 소정 시간의 개시 시점에 있어서의 상기 버터플라이 밸브체의 개도와, 상기 소정 시간의 종료 시점에 있어서의 상기 버터플라이 밸브체의 개도의 차분인 실변동량(變動量)과, 상기 개시 시점으로부터 상기 종료 시점의 사이의 상기 버터플라이 밸브체

의 변동량을 적산한 적산 변동량과의 차분이, 소정의 역치(*值) 이상인 때에, 상기 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] (2)에 기재된 버터플라이 밸브에 의하면, 모터에 생기는 이상 진동을 검지하는 것이 가능하게 된다.
- [0019] 출원인은 모터에 이상 진동이 발생하고 있는 경우에는, 소정 시간의 개시 시점에 있어서의 버터플라이 밸브체의 개도와, 소정 시간의 종료 시점에 있어서의 버터플라이 밸브체의 개도의 차분인 실변동량과, 개시 시점으로부터 종료 시점의 사이의 버터플라이 밸브체의 변동량을 적산한 적산 변동량의 사이에 괴리가 생기는 것을 발견하였다. 따라서, 실변동량과 적산 변동량과의 차분을 관찰하고, 당해 차분이 소정의 역치를 초과한 경우에는, 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단하는 것이 가능하게 된다. 또한, 소정의 역치란, 어느 정도의 버터플라이 밸브체의 변동을 이상이라고 판단하는지, 버터플라이 밸브의 사용 조건에 따라 정한 후, 임의로 설정된다.
- [0020] (3) (2)에 기재된 버터플라이 밸브에 있어서, 상기 모터는 인코더를 구비하고, 상기 이상 진동 검지 프로그램은, 상기 인코더에 의해 출력되는 펄스에 기초하여, 상기 실변동량을 산출하기 위한 제1 펄스 카운트 수와, 상기 적산 변동량을 산출하기 위한 제2 펄스 카운트 수를 산출하고, 상기 제1 펄스 카운트 수는, 상기 버터플라이 밸브체가 개방향 또는 폐방향으로 회전하는 경우에 업 카운트되고, 상기 업 카운트되는 방향과는 반대 방향으로 상기 버터플라이 밸브체가 회전하는 경우에 다운 카운트되는 것으로 산출되는 것이며, 상기 실변동량은, 상기 개시 시점에 있어서의 상기 제1 펄스 카운트 수와, 상기 종료 시점에 있어서의 상기 제1 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지고, 상기 제2 펄스 카운트 수는, 상기 버터플라이 밸브체의 회전하는 방향에 관계 없이, 업 카운트되는 것으로 산출되는 것이고, 상기 적산 변동량은, 상기 개시 시점에 있어서의 상기 제2 펄스 카운트 수와, 상기 종료 시점에 있어서의 상기 제2 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지는 것을 특징으로 한다.
- [0021] (3)에 기재된 버터플라이 밸브에 의하면, 이상 진동 검지 프로그램은, 모터가 구비하는 인코더에 의해 출력되는 펄스에 기초하여 산출되는 실변동량과 적산 변동량과의 차분이 소정의 역치를 초과하는지의 여부에 의해, 모터에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0022] (4) (1) 내지 (3)의 어느 하나에 기재된 버터플라이 밸브에 있어서, 상기 이상 진동 검지 프로그램은, 연속하는 복수 회의 상기 소정 시간 중에서, 소정의 횟수 연속하여, 상기 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단했을 때에, 상기 모터에 이상이 생긴 것을 통지하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] (4)에 기재된 버터플라이 밸브에 의하면, 보다 확실하게 모터에 이상이 생기고 있는지 여부를 파악하는 것이 가능하게 된다.
- [0024] 예를 들면, 진공 챔버를, 목표 압력 값으로 할 때에 오버 슈트가 생기고, 그 지나친 양을 조정하기 위한 버터플라이 밸브체의 개도의 변동을, 이상 진동으로 판단해 버리는 등, 실제로는 모터에 이상이 생기지 않은 경우에도, 이상 진동 검지 프로그램이 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단할 가능성이 있다. 따라서, 이상 진동 검지 프로그램이, 한 번만, 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단만으로는, 정말 모터에 이상이 생기고 있는지 확실하게 파악할 수 없는 우려가 있다. 그래서, 연속하는 복수 회의 소정 시간 중에서, 소정의 횟수 연속하여, 모터에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단했을 때에, 모터에 이상이 생긴 것을 통지하는 구성으로 하는 것으로, 보다 확실하게 모터에 이상이 생기고 있는지 여부를 파악하는 것이 가능하게 된다.
- [0025] (5) (1) 내지 (4) 중 하나에 기재된 버터플라이 밸브에 있어서, 상기 모터는 서보 모터인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 근년의 ALD의 보급에 의해, 버터플라이 밸브체를 회전시키는 모터로서, 응답 속도가 빠른 서보 모터를 이용하는 경우가 있다. 응답 속도를 빠르게 하기 위해 계인을 올린 서보 모터는, 반응이 너무 좋게 되어 버려, 버터플라이 밸브체를 소정의 개도에 정지시키고 싶은 경우에도, 버터플라이 밸브체의 정지가 되기 어렵고, 미소 변동이 불필요하게 반복될 우려가 있다. 이 불필요한 미소 변동의 반복이, 서보 모터에 이상 진동을 발생시키는 원인이 될 수 있다. 그러나, 본 발명에 의하면, 이상 진동 검지 프로그램이, 적어도 진공 챔버의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간 내에 있어서의 버터플라이 밸브체의 개도의 변동량에 기초하여, 모터에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 때문에, 버터플라이 밸브에 서보 모터를 이용한 경우에도, 불필요한 개도의 변동이 반복되는 것에 의한 이상 진동이 방지되는 일이 없고, 버터플라이 밸브에 파손이 생기는 것을 방지할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 버터플라이 밸브에 의하면, 비용의 증대를 억제하면서 모터에 생기는 이상 진동을 확실하게 검지하는

것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도1은 버터플라이 밸브를 이용한 진공 압력 제어 시스템의 개략도이다.
- 도2는 버터플라이 밸브의, 모터 축의 축선에 평행 또한 유로에 평행한 방향으로 절단한 단면도이다.
- 도3은 버터플라이 밸브체가 회전된 경우의 시간과 제어 카운트 수의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도4는 도3의 80msec 시점으로부터 100msec 시점까지의 사이를 확대한 그래프이다.
- 도5는 서보 모터의 이상 진동에 의해 미소 변동이 반복되는 경우의, 제1의 펄스 카운트 수와 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타낸 그래프이다.
- 도6 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동이 반복되고 있는 경우의, 제1 펄스 카운트 수와 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타낸 그래프이다.
- 도7은 버터플라이 밸브체의 미소 변동이 거의 발생하고 있지 않는 경우의, 제1 펄스 카운트 수와 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타낸 그래프이다.
- 도8은 이상 진동 검지 프로그램의 동작을 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명에 따른 버터플라이 밸브의 실시 형태에 관하여, 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.
- [0030] 우선, 본 실시 형태에 따른 버터플라이 밸브(1)의 구성에 대해 설명한다. 도1은, 반도체 제조 장치에 있어서의, 버터플라이 밸브(1)을 이용한 진공 압력 제어 시스템의 개략도이다. 버터플라이 밸브(1)는, 도1에 나타낸 바와 같이, 예를 들면, 반도체 제조 장치에 있어서, 진공 챔버(32)와 진공 펌프(33)를 접속하는 배관(34) 상에 배설되어, 가스 공급원(37)으로부터 가스가 공급되고 있는 진공 챔버(32)의 압력을 제어하는 진공 압력 제어 장치로서 사용된다.
- [0031] 도2는 본 발명의 실시 형태에 따른 버터플라이 밸브(1)의, 모터 축(11a)의 축선 RA에 평행 또한 유로(30)에 평행한 방향으로 절단한 단면도이다.
- [0032] 도2에 나타낸 바와 같이, 버터플라이 밸브(1)는, 구동부(2)와 밸브부(弁部)(3)로 이루어진다. 구동부(2)는, 서보 모터(모터의 일 예)(11)를 가지고 있다. 서보 모터(11)는, 도1에 나타낸 바와 같이, 모터 드라이버(12)와, 인코더(14)에 접속되어 있다. 또, 모터 드라이버(12)는, 제어부(13)에 접속되어 있다. 또, 서보 모터(11)는, 도2에 나타낸 바와 같이, 모터 축(11a)를 가지고 있다. 여기에서, 모터 축(11a)의 회전 중심을 축선 RA로 한다.
- [0033] 제어부(13)는, 도1에 나타낸 바와 같이, 모터 드라이버(12)와, 진공 챔버(32)의 압력을 검출하는 압력 센서(35)가 접속되어 있다. 제어부(13)는, CPU(131), ROM(132), RAM(133), 기억부(134)를 가지고 있고, ROM(132)에는, 서보 모터(11)에 발생하는 이상 진동을 검지하는 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 기억되어 있다. CPU(131)는, 이상 진동 검지 프로그램(132a)에 따라, RAM(133)에 일시적으로 데이터 보관을 하면서 인코더(14)에 의해 출력되는 펄스에 의해, 후술하는 버터플라이 밸브체(9)의 변동량을 산출하고, 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있지 않은지 감시한다(상세한 것은 후술한다).
- [0034] 기억부(134)는, 예를 들면, 버터플라이 밸브체(9)의 전폐 위치 및 전개 위치나, 진공 챔버(32)의 임의의 목표 압력 값에 대응하는 모터 축(11a)의 회전 각도(즉, 후술하는 로드(10) 및 버터플라이 밸브체(9) 회전 각도)가 기억되어 있다. 그리고 기억부(134)로부터 읽혀지는 회전 각도에 기초하여, 모터 드라이버(12)가 서보 모터(11)의 회전을 제어한다.
- [0035] 모터 축(11a)에는, 도2에 나타낸 바와 같이, 금속판 스프링식의 커플링(17)을 통해, 밸브부(3)에 삽입되는 로드(회전축의 일 예)(10)의 일단(도2에서 상단)이 접속되어 있고, 커플링(17)에 의해, 로드(10)가 후술하는 유로(30)를 흐르는 프로세스 가스(예를 들면, 200℃정도의 가스)에 의해 가열되어도, 그 열이 서보 모터(11)에 전달되기 어렵게 되어 있다.
- [0036] 또, 구동부(2)는, 히트 싱크(15)와 단열 부재(16)를 통해 밸브부(3)와 접속되어 있기 때문에, 프로세스 가스나, 후술하는 히터(27)에 의해 가열된 밸브부(3)의 열이, 구동부(2)에 전달되는 것을 방지할 수 있다.

- [0037] 구동부(2)와 접속되어 있는 밸브부(3)는, 밸브 바디(8)와 버터플라이 밸브체(9)를 가지고 있다. 밸브 바디(8)는 내식성이나 내열성을 갖는 스테인레스 강으로 이루어진다.
- [0038] 밸브 바디(8)는, 도2 중의 우단부에 조인트(5)를, 도2 중의 좌단부에 조인트(6)를 구비하고 있고, 조인트(5)의 내주면에는 입력 측 유로(8b)가 형성되고, 조인트(6) 내주면에는 출력 측 유로(8c)가 형성되어 있다. 그리고, 입력 측 유로(8b) 및 출력 측 유로(8c)의 사이에는, 단면 원호 형상의 내주면으로 이루어진 밸브공(弁孔)(8a)이 형성되어 있다. 입력 측 유로(8b)와 밸브공(8a)과 출력 측 유로(8c)는, 동축 상에 마련됨과 함께 연통하고, 일련의 유로(30)를 구성한다. 그리고, 예를 들면 반도체 제조 공정에 있어서는, 도1에 나타난 바와 같이, 조인트(5)는 진공 챔버(32)에, 조인트(6)은 진공 펌프(33)에, 각각 배관(34)을 통해 접속되어, 유로(30)에 의해 진공 챔버(32)의 배기를 행한다.
- [0039] 더욱이, 밸브 바디(8)는, 도2에 나타난 바와 같이, 구동부(2) 측의 단면(상단면)과 밸브공(8a)을 관통하는 삽통공(8d)를 가지고 있으며, 삽통공(8d)에는 로드(10)가 삽통되어 있다. 삽통공(8d)에 삽통된 로드(10)는, 밸브공(8a)에, 유로(30)에 대하여 직교하는 방향으로 가설되어 있다.
- [0040] 로드(10)는 내식성이나 내열성을 갖는 스테인레스 강을 깎아 내어, 원주(圓柱) 형상으로 형성된 것이다.
- [0041] 로드(10)와 삽통공(8d)의 내주면 사이에는, 시일을 위해 0 링(18, 19, 20)이 로드(10)의 축 방향으로 3 개 나란히 배설되어 있다. 0 링(18, 19, 20)은 로드(10)의 외주면과 삽통공(8d)의 내주면에 압축되어, 유로(30)를 흐르는 유체가, 삽통공(8d)를 통해서 구동부(2) 측으로 누설되는 것을 방지하고 있다. 또한, 0 링(18, 19, 20)은 3 개 모두 동일한 종류의 것이다.
- [0042] 또, 로드(10)는, 유로(30)에 삽통되어 있는 축의 일단(도2에서 하단)이, 부시(22)에 의해 회전 가능하게 축 지지되어 있다. 부시(22)는 내부식성이 높고, 슬라이딩성이 좋은 수지로 이루어진다. 더욱이, 로드(10)는, 밸브 바디(8)의 외측에서, 로드(10)의 축 방향으로 인접하여 늘어진 2 개의 볼 베어링(21A, 21B) 의해, 회전 가능하게 축 지지되어 있다. 로드(10)는, 볼 베어링(21A, 21B)과 부시(22)에 의해, 양측에서 지지하는 상태로 축 지지되는 것으로, 회전 중심 축이 안정되고, 흔들리기 어렵게 되어 있다.
- [0043] 로드(10)의 유로(30)에 삽입되어 있는 부분은, 밸브체 부착부(10b)를 구비하고 있다. 당해 밸브체 부착부(10b)에는, 내식성이나 내열성을 갖는 스테인레스 강을 깎아 내어 원반 모양으로 형성된 버터플라이 밸브체(9)가, 도2에 나타난 바와 같이, 나사(25A, 25B, 25C) 및 와셔(26A, 26B, 26C)에 의해 결합되어 있다. 또한, 나사(25A, 25B, 25C)는 3개 모두 모두 동일한 종류의 나사이며, 와셔(26A, 26B, 26C)도 3개 모두 모두 동일한 종류의 와셔이다.
- [0044] 버터플라이 밸브체(9)가 로드(10)에 결합되어 있기 때문에, 서보 모터(11)의 모터 축(11a)이 축선 RA를 중심으로 정방향 K으로 회전하면, 모터 축(11a)과 커플링(17)을 통해 접속된 로드(10)가 축심(모터 축(11a)의 축심 RA와 동축)을 중심으로 정방향 K으로 회전되고, 버터플라이 밸브체(9)가 같은 방향으로 회전된다. 또, 서보 모터(11)의 모터 축(11a)이 축선 RA를 중심으로 부방향 -K으로 회전하면, 모터 축(11a)과 커플링(17)을 통해 접속된 로드(10)가 부방향 -K으로 회전되고, 버터플라이 밸브체(9)가 같은 방향으로 회전된다.
- [0045] 도2에 나타내는 버터플라이 밸브체(9)는 전폐 위치에 있고, 이 상태에서부터 로드(10)가 정방향 K으로 회전되면, 밸브공(8a)를 막고 있던 버터플라이 밸브체(9)가 같은 방향으로 회전되고, 유로(30)가 개방된다. 유로(30)가 개방되면, 진공 챔버(32)로부터 배기가 가능해진다. 또한, 로드(10)가 정방향 K으로 90도 회전한 위치가 버터플라이 밸브체(9)의 전개 위치이다.
- [0046] 그리고, 버터플라이 밸브체(9)가 전개 위치로 된 상태에서, 서보 모터(11)의 모터 축(11a)이 축선 RA를 중심으로 개밸브(開弁) 시와는 역방향인 부방향 -K으로 90도 회전하면, 로드(10)가 부방향 -K 방향으로 회전하고, 도2에 나타난 바와 같이, 버터플라이 밸브체(9)가 밸브공(8a)를 막는 전폐 위치로 된다.
- [0047] 전술한 대로, 기억부(134)에는, 진공 챔버(32)의 임의의 목표 압력 값에 대응하는 모터 축(11a)의 회전 각도(즉, 로드(10) 및 버터플라이 밸브체(9)의 회전 각도)가 기억되어 있고, 기억부(134)로부터 읽혀지는 회전 각도에 기초하여, 모터 드라이버(12)가 서보 모터(11)의 회전을 제어한다. 이것에 의해, 버터플라이 밸브체(9)는, 전폐 위치와 전개 위치의 사이에서, 진공 챔버(32)의 임의의 목표 압력 값에 대응하는 개도로 제어된다.
- [0048] 버터플라이 밸브체(9)의 개도는, 인코더(14)에 의해 출력되는 펄스를 카운트하는 것으로 제어된다(버터플라이 밸브체(9)의 개도 제어를 위한 펄스의 카운트 수를 제어 카운트 수로 한다). 예를 들면, 인코더 분해능을 131072 펄스로 하면, 1 펄스 당 0.0027도의 회전을 행하는 것을 알 수 있기 때문에, 버터플라이 밸브체(9)가 개

방향(정방향 K)으로 회전할 때는, 제어 카운트 수를 업 카운트하는 것으로, 개방방향으로 몇 번 회전했는지가 판별 가능하고, 버터플라이 밸브체(9)가 폐방향(부방향 -K)으로 회전할 때는, 제어 카운트 수를 다운 카운트하는 것으로, 폐방향으로 몇 번 회전했는지를 판별 가능하게 된다(예를 들면, 제어 카운트 수가 100 펄스 업 카운트 되면, 버터플라이 밸브체(9)가 개방방향으로 0.27도 회전을 행하였다고 판별 가능하고, 제어 카운트 수가 100 펄스 다운 카운트되면, 버터플라이 밸브체(9)가 폐방향으로 0.27도 회전을 행하였다고 판별 가능하다).

[0049] 따라서, 기억부(134)로부터 진공 챔버(32)의 임의의 목표 압력 값에 대응하는 회전 각도가 읽히지면, 제어 카운트 수가 이 회전 각도에 대응하는 값에 도달할 때까지 버터플라이 밸브체(9)의 회전이 행해지고, 도달한 위치에서 정지되는 것이다(예를 들면, 버터플라이 밸브체(9)가 1 펄스 당 0.0027도 회전을 행하는 경우에, 기억부(134)로부터 읽혀진 회전 각도가 27도이면, 제어 카운트 수가 10000으로 될 때까지 버터플라이 밸브체(9)의 회전이 행하여져, 제어 카운트 수가 10000으로 된 위치에서, 버터플라이 밸브체(9)가 정지된다).

[0050] 다음으로, 이상 진동 검지 프로그램(132a)의 동작에 대해 설명한다.

[0051] 우선 전제로서, 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정 상태에 있을 때의 버터플라이 밸브체(9)의 동작에 대해 설명한다. 진공 챔버(32)의 임의의 목표 압력 값에 대응하는 회전 각도에 버터플라이 밸브체(9)가 정지되면, 진공 챔버(32)의 압력 값이 목표 압력 값으로 안정된 상태로 된다. 진공 챔버(32)가 목표 압력 값으로 안정되어 있는 동안, 버터플라이 밸브체(9)가, 목표 압력 값에 대응하는 개도로 일정하게 유지되어 전혀 움직이지 않는다는 것은 아니고, 압력의 안정 상태가 유지되도록, 압력 제어에 의해, 미소한 개도의 변동(이하 미소 변동이라 한다)이 반복되고 있는 경우가 있다.

[0052] 이 미소 변동에 대하여, 도3 및 도4를 이용하여 설명한다. 도3은, 버터플라이 밸브체(9)가 제어 카운트 수 0에 상당하는 개도로부터 제어 카운트 수 PL11에 상당하는 개도까지 회전된 경우(예를 들면, 전폐 위치로부터 전개 위치까지 회전된 경우)의, 시간과 제어 카운트 수의 관계를 나타낸 그래프이다. 도4는, 도3의 80msec 시점으로부터 100msec 시점까지의 사이를 확대한 그래프이다.

[0053] 도3에 나타내는 파형 V11의 거동은, 0msec 시점으로부터 80msec의 시점의 사이에서, 버터플라이 밸브체(9)가, 제어 카운트 수 0으로부터 제어 카운트 수 PL11에 대응하는 개도까지 회전되는 것을 나타내고 있다. 이것은, 진공 챔버(32)의 임의의 목표 압력 값에 상당하는 각도로서, 제어 카운트 수 PL11에 대응하는 각도가 기억부(134)로부터 읽혀진 데 따른 것이다. 그리고 80msec 시점 이후의 파형 V11은, 제어 카운트 수 PL11에 대응하는 개도로 안정되어 있는 상태를 나타내고 있다.

[0054] 80msec의 시점 이후는, 개도가 안정되어 있는 상태이지만, 예를 들면, 80msec로부터 100msec의 사이를 확대해 보면, 도4에 나타낸 바와 같이, 파형 V11은 물결 치고 있다. 이것은, 버터플라이 밸브체(9)가, 미소한 개도의 변동(즉, 버터플라이 밸브체(9)의 미소한 정방향 K으로의 회전 및 부방향 -K으로의 회전)을 반복하고 있는 것을 나타내고 있으며, 즉 상기한 압력 제어에 의한 미소 변동의 반복이 행해지고 있는 것을 의미한다.

[0055] 이상 설명한 미소 변동은 정상적인 동작이지만, 출원인은 서보 모터(11)에 이상 진동이 생긴 경우에도, 버터플라이 밸브체(9)에 미소 변동이 생기는 것을 발견했다. 그리고 더욱이, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동과, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동의 주기를 비교하면, 이상 시의 미소 변동의 주기는, 정상 시의 미소 변동 주기보다 수십분의 1로 짧아지는 것을 발견했다. 따라서, 이 미소 변동을 이용하는 것으로, 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 것이 가능하게 되는 것이다. 구체적으로는, 버터플라이 밸브체(9)의 실변동량과, 적산 변동량을 이용하여 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단한다.

[0056] 예를 들면, 도4에 나타내는 미소 변동에 주목하면, 80msec의 시점으로부터 100msec의 시점의 사이에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량은, 80msec의 시점에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도(제어 카운트 수 PL11)와, 100msec 시점에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도(제어 카운트 수 PL12)만을 비교하면, 제어 카운트 수 PL11와 제어 카운트 수 PL12와의 차분에 의해 나타내진다. 이 차분이 실변동량이다. 예를 들면, 80msec의 시점에 있어서의 펄스의 카운트 수가 5715 펄스이고, 100msec 시점에 있어서의 제어 카운트 수가 5700 펄스라면, 그 차분은 15 펄스이며, 이것이 80msec의 시점으로부터 100msec의 시점의 사이에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 실변동량이다. 예를 들면, 1 펄스 당 0.0027도 회전을 행한다고 하면, 버터플라이 밸브체(9)의 실변동량은, 0.0405도로 된다.

[0057] 그러나, 실제로는, 파형 V11이 물결치고 있는 것으로부터 알 수 있듯이, 버터플라이 밸브체(9)는, 미소한 정방향 K으로의 회전 및 부방향 -K으로의 회전을 반복하고 있기 때문에, 80msec의 시점으로부터 100msec의 시점의

사이의 버터플라이 밸브체(9)의 변동량을 정방향 K, 부방향 -K에 관계없이 적산한 것으로 하면, 그 적산 변동량은, 상기의 실변동량보다도 큰 값으로 된다. 그리고, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생긴 경우, 미소 변동의 주기가, 정상 시에 비하여 수십분의 1로 짧아지기 때문에, 적산되는 변동량이, 정상 시보다도 증가하고, 적산 변동량과 실변동량의 괴리가 커지는 것이다. 따라서, 소정의 역치를 정해, 적산 변동량과 실변동량의 차분이, 당해 역치 이상인지 여부를 감시하는 것으로, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동과, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동을 구별할 수 있으며, 나아가서는 서보 모터(11)에 이상 진동이 생기고 있다고 판단하는 것이 가능하게 되는 것이다.

[0058] 이상을 근거로, 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정된 상태, 즉 버터플라이 밸브체(9)의 개도가 안정된 상태(예를 들면, 도3에 있어서는, 80msec의 시점 이후)에서, 정상 시의 미소 변동의 주기보다도 짧은 시간인 20msec로 구분한 감시 시간 M1~M6의 각각에 있어서, 감시 시간 M1~M6의 개시 시점 t11(도5~7 참조)에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도와, 감시 시간 M1~M6의 종료 시점 t12(도5~7 참조)에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 차분인 실변동량과, 감시 시간 M1~M6의 개시 시점으로부터 감시 시간 M1~M6의 종료 시점 사이의 버터플라이 밸브체(9)의 변동량을 적산한 적산 변동량과의 차분을 구하고, 당해 차분이, 소정의 역치를 초과했을 때에, 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있는 것으로 판단하는 것이 가능한 것으로 되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 감시 시간을 M1~6의 6 구분으로 나타내고 있지만, 수는 이것에 한정되는 것은 아니고, 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정 상태로 되는 시간의 길이 등, 제어 조건에 의해 변동한다.

[0059] 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 실변동량을 산출하기 위해, 제1 펄스 카운트 수를 이용하고, 적산 변동량을 산출하기 위해, 제2 펄스 카운트 수를 이용한다. 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수 모두, 인코더에 의해 출력되는 펄스에 기초하여 산출되는 것이다.

[0060] 제1 펄스 카운트 수는, 감시 시간 M1~M6의 개시 시점 t11에 있어서는 0으로 되고, 그 후, 버터플라이 밸브체(9)가 개방방향으로 회전하는 경우에는 업 카운트되고, 버터플라이 밸브체가 폐방방향으로 회전하는 경우에는 다운 카운트되는 것으로 산출되는 것이다. 한편의 제2 카운트 수는, 감시 시간 M1~M6의 개시 시점 t11에 있어서는 0으로 되고, 그 후, 버터플라이 밸브체(9)의 회전 방향에 관계 없이, 업 카운트되는 것으로 산출되는 것이다.

[0061] 실변동량은, 감시 시간 M1~M6의 개시 시점 t11에 있어서의 제1 펄스 카운트 수(즉 0)와, 감시 시간 M1~M6의 종료 시점 t12에 있어서의 제1 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지는 것으로 된다. 또한, 앞에서는 제어 카운트 수 PL11와 제어 카운트 수 PL12과의 차분을 실변동량으로서 설명했지만, 이것은 실변동량의 개념을 설명하기 위한 것이며, 이상 진동 검지 프로그램(132a)에 있어서는, 실변동량은, 상기한 대로 제1 펄스 카운트 수에 의해 산출된다.

[0062] 또, 적산 변동량은, 감시 시간 M1~M6의 개시 시점 t11에 있어서의 제2 펄스 카운트 수(즉 0)와, 감시 시간 M1~M6의 종료 시점 t12에 있어서의 제2 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지는 것으로 된다.

[0063] 이상 진동 검지 프로그램(132a)의 동작을, 도5~도8을 이용하여 상세히 설명한다. 도5는, 서보 모터(11)의 이상 진동에 의해 미소 변동이 반복되고 있는 경우의, 감시 시간 M1에 있어서의 제1 펄스 카운트 수와 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타낸 그래프이다. 도6은, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동이 반복되고 있는 경우의, 감시 시간 M1에 있어서의 제1 펄스 카운트 수와 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타낸 그래프이다. 도7은 버터플라이 밸브체(9)의 미소 변동이 거의 생기지 않은 경우의, 감시 시간 M1에 있어서의 제1 펄스 카운트 수와 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타낸 그래프이다. 도5~도7의 그래프는 모두, 종축이 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수의 값이며, 횡축은 시간이다. 그리고, 파형 V21, V22, V23가 제1 펄스 카운트 수의 거동을 나타내며, 파형 V31, V32, V33가 제2 펄스 카운트 수의 거동을 나타내고 있다. 또, 도8은, 이상 진동 검지 프로그램(132a)의 동작을 나타내는 플로우차트이다.

[0064] 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정된 상태, 예를 들면, 도3에 나타낸 바와 같이, 버터플라이 밸브체(9)의 개도가 안정된 상태로 되는 80msec의 시점으로부터 동작하고, 20msec마다 구분된 감시 시간 M1~6의 각각에 있어서, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생기고 있지 않은지 감시한다.

[0065] 우선, 제어부(13)는, 감시 시간 M1의 개시 시점 t11으로부터, 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수의 카운트를 개시한다(도8: S11). 도5~도7에 나타낸 바와 같이, 감시 시간 M1의 개시 시점 t11에 있어서의 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수는 0이다.

[0066] 이 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수의 카운트는, 소정의 시간으로 정해진 감시 시간 M1의 종료 시점

t12까지 계속된다(S12: NO).

- [0067] 제1 펄스 카운트 수는, 버터플라이 밸브체(9)가 개방방향으로 회전하는 경우는, 업 카운트되고, 버터플라이 밸브체(9)가 폐방향으로 회전하는 경우는, 다운 카운트되기 때문에, 버터플라이 밸브체(9)의 미소 변동에 의해, 도5 및 도6에 나타난 파형 V21과 같이, 상하로 변동한다. 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생한 경우의 미소 변동의 주기는, 정상 시의 미소 변동주기보다도 짧아지기 때문에, 도5와 도6을 비교하면, 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생한 경우의 실변동량을 나타내는 파형 V21의 주파수는, 정상 시의 실변동량을 나타내는 파형 V22의 주파수에 비해 크게 되어 있다. 또, 도7에서는, 버터플라이 밸브체(9)의 미소 변동이 거의 생기지 않기 때문에, 파형 V23은, 파형 V21, V22와 같은 상하 변동을 반복하는 것 없이, 완만하게 카운트 수 0으로부터 카운트 수 PL22을 향해 변동하고 있다. 요컨대, 도7에서는 버터플라이 밸브체(9)는, 개방방향으로만 미소로 회전하고 있는 것을 의미한다.
- [0068] 또, 제2 펄스 카운트 수는, 버터플라이 밸브체(9)의 회전하는 방향에 관계 없이 업 카운트되기 때문에, 버터플라이 밸브체(9)의 미소 변동에 의해, 도5~도7에 나타내는 파형 V31, V32, V33과 같이, 시간 경과에 비례하여 증가하여 간다. 서보 모터(11)에 이상 진동이 생긴 경우의 미소 변동의 주기는, 정상 시의 미소 변동주기보다도 짧아지기 때문에, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생긴 경우의 적산되는 변동량은, 정상 시의 적산되는 변동량에 비해 많아진다. 따라서, 도5와 도6을 비교하면, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생긴 경우의 적산 변동량을 나타내는 파형 V31의 기울기는, 정상 시의 적산 변동량을 나타내는 파형 V32의 기울기에 비하여 급하게 되어 있다. 또, 도7에서는, 상기한 대로, 버터플라이 밸브체(9)가 개방방향으로만 미소하게 회전하고 있는 상태이기 때문에, 파형 V33은, 파형 V23과 같은 거동을 나타내고 있다.
- [0069] 감시 시간이 경과하면(S12: YES), 제어부(13)는, 감시 시간 M1의 종료 시점 t12에 있어서의, 제1 펄스 카운트 수(도5~도7의 PL21, PL22, PL23) 및 제2 펄스 카운트 수(도5~도7의 PL31, PL32, PL33)를 검출한다(S13).
- [0070] 다음으로, 제어부(13)는, S13에서 검출된 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수에 기초하여, 버터플라이 밸브체(9)의 실변동량 및 적산 변동량을 산출한다(S14).
- [0071] 실변동량은, 종료 시점 t12에 있어서의 제1 펄스 카운트 수(PL21, PL22, PL23)로부터, 개시 시점 t11에 있어서의 제1 펄스 카운트 수(0)을 뺀 값이다. 예를 들면, 도5~도7에 있어서의 실변동량은, 각각 약 10 펄스이다.
- [0072] 적산 변동량은, 종료 시점 t12에 있어서의 제2 펄스 카운트 수(PL31, PL32, PL33)로부터, 개시 시점 t11에 있어서의 제2의 펄스 카운트 수(0)을 뺀 값이다. 예를 들면, 도5에서 있어서의 적산 변동량은, 약 380 펄스이다. 도6에 있어서의 적산 변동량은, 약 210 펄스이다. 도7에 있어서의 적산 변동량은, 실변동량과 동일한 값(약 10 펄스)으로 된다.
- [0073] 다음으로, 제어부(13)는, 실변동량과 적산 변동량과의 차분을 구한다(S15). 구체적으로는, 적산 변동량으로부터 실변동량을 뺀 값을 구한다. 예를 들면, 도5에 있어서의 실변동량과 적산 변동량과의 차분은, 약 370 펄스이다. 도6에 있어서의 실변동량과 적산 변동량과의 차분은, 약 200 펄스이다. 도7에 있어서의 실변동량과 적산 변동량과의 차분은, 실변동량과 적산 변동량과 동일한 값이기 때문에, 0 펄스이다.
- [0074] 그리고, 제어부(13)는, S15에서 산출한 실변동량과 적산 변동량과의 차분이 역치 이상인지 여부를 판단한다(S16). 예를 들면, 역치를 350으로 정하면, 도5에 있어서의 실변동량과 적산 변동량과의 차분은, 약 370 펄스이기 때문에, 당해 차분은 역치 이상으로 판단된다. 도6 및 도7에 있어서의 실변동량과 적산 변동량과의 차분은, 각각 약 200 펄스, 0 펄스이기 때문에, 역치 미만으로 판단된다.
- [0075] 역치 미만이면(S16: NO), 감시 시간 M1에 있어서 카운트한 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수를 0으로 리셋하고(S20), 다음의 감시 시간 M2에 있어서, S11로부터 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 동작된다. 또한, 감시 시간 M2에 있어서도 S16에서, 역치 미만으로 판단되면(S16: NO), 감시 시간 M2에 있어서 카운트한 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수를 0으로 리셋하고(S20), 다음의 감시 시간 M3에 있어서, S11로부터 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 동작되는 것이며, 모든 감시 시간 M1~6에 있어서, 같은 동작이 반복된다. 또한 이 반복 당, 개시되는 감시 시간의 개시 시점은, 그 직전의 감시 시간의 종료 시점과 동일하다(예를 들면, 감시 시간 M1의 종료 시점 t12이, 감시 시간 M2의 개시 시점 t11으로 된다).
- [0076] 한편에서, S15에서 산출한 실변동량과 적산 변동량과의 차분이 역치 이상이면(S16: YES), 역치 이상으로 된 것이, 연속 n 번째인지 아닌지를 판단한다(S17). 역치 이상으로 된 것이, 연속 n 번째이면(S17: YES), 모터에 이상이 생긴 것을 통지한다(S18). 이 n에 적합한 수치는, 버터플라이 밸브(1)의 사용자가 임의로 정할 수 있다. 예를 들면 연속 3회로 정하면, 감시 시간 M1~M3나, 감시 시간 M2~4 등에 있어서, 연속하여 실변동량과 적산 변

동량과의 차분이 역치 이상으로 판단되었을 때(S17: YES), 모터에 이상이 생긴 것을 통지한다(S18).

[0077] 한편에서, 실변동량과 적산 변동량과의 차분이 역치 이상으로 된 것이 1번뿐이라는 등, 연속 n 번째가 아닌 경우에는(S17: NO), 통지는 행하지 않고, 감시 시간 M1에 있어서 카운트한 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수를 0으로 리셋하고(S20), 다음의 감시 시간 M2에 있어서, S11로부터 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 동작된다. 또한, 감시 시간 M2에 있어서도 S17에서, 연속 n 번째가 아니라고 판단되면(S17: NO), 감시 시간 M2에 있어서 카운트한 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수를 0으로 리셋하고(S20), 다음의 감시 시간 M3에 있어서, S11로부터 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 동작되는 것이며, 모든 감시 시간 M1~6에 있어서, 같은 동작이 반복된다. 또한 이 반복 당, 개시되는 감시 시간의 개시 시점은, 그 직전의 감시 시간의 종료 시점과 동일하다(예를 들면, 감시 시간 M1의 종료 시점 t12이, 감시 시간 M2의 개시 시점 t11으로 된다).

[0078] S16에 있어서, 역치 이상이면, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생기고 있다고 말할 수 있지만, 진공 챔버(32)를 목표 압력 값으로 할 때에 오버 슈트가 생기고, 그 지나친 양을 조절하기 위한 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동을, 이상 진동으로 판단해 버리는 등, 실제로는 모터(서보 모터(11))에 이상이 생기지 않은 경우에도, 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있는 것으로 판단할 가능성이 있다. 그래서, 연속 복수 회의 감시 시간에 있어서 역치 이상으로 된 경우에, 서보 모터(11)에 이상이 발생하고 있는 것을 통지하는 것으로 하고 있다.

[0079] 통지는, 작업자가 통지를 해제할 때까지 행해지고(S19: NO), 해제가 되면(S19: YES), 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 종료한다.

[0080] 이상과 같이, 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 위해, 가속도 센서 등의 별도의 부품을 필요로 하지 않고, 비용의 증대를 억제할 수 있다. 또, 버터플라이 밸브(1)가 반도체 제조 장치에 내장된 것으로 하여도, 반도체 제조 장치가 갖는 많은 구동부 기구로부터 발생하는 진동에 현혹되는 것 없이, 서보 모터(11)만의 진동을 확실하게 검지하는 것이 가능하기 때문에, 이상 진동이 방지되어, 버터플라이 밸브(1)에 파손(0 링(18, 19, 20)이나 부시(22)의 마모나, 볼 베어링(21A, 21B) 파손 등)이 생기는 것을 방지할 수 있으며, 나아가서는 반도체 생산 효율의 저하를 방지하는 것이 가능하다.

[0081] 또한, 상기의 감시 시간 M1~6의 길이는, 각각 20msec하고 있지만, 이에 한정되지 않고, 버터플라이 밸브(1)의 사용자가, 정상 시의 미소 변동(파형 V22)의 주기에 비하여 충분히 짧은 시간으로, 임의로 설정 가능하다. 또, 상기 역치는 350으로 했지만, 이에 한정되지 않고, 버터플라이 밸브체(9)의 미소 변동이, 어느 정도의 변동량(파형 V21, V22, V23의 진폭에 상당)으로, 어느 정도의 주기로 반복되었을 때에(파형 V21, V22, V23의 주파수에 상당), 서보 모터(11)가 이상으로 진동하고 있다고 판단시키고 싶은지에 의해, 버터플라이 밸브(1)의 사용자가 임의로 설정 가능하다.

[0082] 예를 들면, 버터플라이 밸브체(9)가, 제어 카운트 수 25 펄스 분(0.04도)의 변동을, 350Hz의 주파수로 반복할 때에, 서보 모터(11)가 이상 진동하고 있다고 판단시키고 싶은 경우에, 감시 시간 M1~6의 길이를 20msec로 하면, 역치는, 상기 주파수에, 상기 진폭을 2배 한 값 및 상기 감시 시간을 곱한 값($350\text{Hz} \times 2 \times 25\text{펄스} \times 0.02\text{sec} = 350$)이 역치로 된다.

[0083] 또, 상기 설명에 있어서는, 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정된 상태, 예를 들면, 도3에 나타낸 바와 같이, 버터플라이 밸브체(9)의 개도가 안정된 상태로 되는 80msec의 시점으로부터 동작하는 것으로 하고 있지만, 도3에 나타내는 0~80msec의 사이 등, 버터플라이 밸브체(9)가 기억부(134)로부터 읽혀진 각도를 향해 회전하고 있는 중에 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 동작하고 있어도 좋다.

[0084] (1) 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태의 버터플라이 밸브(1)에 의하면, 압력 센서(35)를 구비하는 진공 챔버(32)와 진공 펌프(33) 사이의 배관(34)에 배설되고, 진공 챔버(32)의 압력 제어를 행하는 버터플라이 밸브(1)로서, 모터(예를 들면, 서보 모터(11))와, 모터(서보 모터(11))의 모터 축(11a)를 중심으로, 개방향(예를 들면 정방향 K) 또는 폐방향(예를 들면 부방향 -K)으로 회전되는 버터플라이 밸브체(9)와, 압력 센서(35)가 검출하는 진공 챔버(32)의 압력 값에 기초하여, 버터플라이 밸브체(9)의 개도를 조정하는 제어부(13)을 구비하고, 제어부(13)는, 적어도 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간(예를 들면 감시 시간 M1~M6) 내에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 이상 진동 검지 프로그램(132a)을 구비한다.

[0085] (1)에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 의하면, 비용의 증대를 억제하면서, 모터(서보 모터(11))에 생기는 이상 진동을 확실하게 검지하는 것이 가능하게 된다.

- [0086] 진공 챔버(32)를 목표 압력 값으로 하기 위해서는, 버터플라이 밸브(1)의 버터플라이 밸브체(9)의 개도가, 당해 목표 압력 값에 대응하는 개도로 제어되는 것이지만, 진공 챔버(32)가, 목표 압력 값에 도달하고, 목표 압력 값으로 안정되어 있는 동안, 버터플라이 밸브체(9)는, 소정의 개도로 일정하게 유지되어 전혀 움직이지 않는다는 것은 아니고, 압력의 안정 상태가 유지되도록, 압력 제어에 의해, 미소한 개도의 변동(이하, 미소 변동(예를 들면, 파형 V22))이 반복되고 있는 경우가 있다. 그런 가운데, 출원인은, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생긴 경우에도 미소 변동(예를 들면, 파형 V21)이 생기는 것을 발견하고, 더욱이, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동(파형 V22)과, 서보 모터(11)에 이상 진동이 발생하고 있는 경우의 미소 변동(파형 V21)에서는, 미소 변동의 주기가 다른 것을 발견했다. 모터에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동(파형 V21)의 주기는, 정상 시의 미소 변동(파형 V22)의 주기에 비하면, 약 수십 분의 1로 짧게 된다. 따라서, 제어부(13)가, 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간(예를 들면, 정상 시의 미소 변동(파형 V22)의 주기에 비하여 충분히 짧은 시간(예를 들면 20msec)) 내에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하는 이상 진동 검지 프로그램(132a)를 구비하는 것으로, 압력 제어에 의한 정상적인 미소 변동과, 서보 모터(11)에 이상 진동이 생기고 있는 경우의 미소 변동을 구별하는 것이 가능하며, 나아가서는 모터(서보 모터(11))에 생기는 이상 진동을 검지하는 것이 가능하게 된다.
- [0087] 또, 가속도 센서 등에 의해 직접 진동을 검지하는 것이 아니라, 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 위해, 가속도 센서 등의 별도의 부품을 필요로 하지 않고, 비용의 증가를 억제할 수 있다. 또, 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 위해, 버터플라이 밸브(1)가 반도체 제조 장치에 내장된 것으로 하여도, 반도체 제조 장치가 가지는 많은 구동부 기구로부터 발생하는 진동에 현혹되는 것이 없이, 모터(서보 모터(11))만의 진동을 확실하게 검지하는 것이 가능하기 때문에, 이상 진동이 방지되어, 버터플라이 밸브(1)에 파손이 생기는 것을 방지할 수 있고, 나아가서는 반도체 생산 효율의 저하를 방지할 수 있다.
- [0088] 또한, 소정 시간은, 어느 정도의 버터플라이 밸브체(9)의 변동을 이상으로 판단하는지, 버터플라이 밸브(1)의 사용 조건에 따라 정한 후, 정상 시의 미소 변동(파형 V22)의 주기에 비하여 충분히 짧은 시간(예를 들면 20~40msec의 사이)에서 임의로 설정된다.
- [0089] (2) (1)에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 있어서, 이상 진동 검지 프로그램(132a)는, 소정 시간(감시 시간 M1~M6)의 개시 시점 t11에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도와, 소정 시간(감시 시간 M1~M6)의 종료 시점 t12에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 차분인 실변동량과, 개시 시점 t11으로부터 종료 시점 t12의 사이의 버터플라이 밸브체(9)의 변동량을 적산한 적산 변동량과의 차분이, 소정의 역치 이상인 때에, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단한다.
- [0090] (2)에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 의하면, 모터(서보 모터(11))에 생기는 이상 진동을 검지 하는 것이 가능하게 된다.
- [0091] 출원인은, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있는 경우에는, 소정 시간(감시 시간 M1~M6)의 개시 시점 t11에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도와, 소정 시간(감시 시간 M1~M6)의 종료 시점 t12에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 차분인 실변동량과, 개시 시점 t11로부터 종료 시점 t12의 사이의 버터플라이 밸브체(9)의 변동량을 적산한 적산 변동량과 사이에 괴리가 생기는 것을 발견했다. 따라서, 실변동량과 적산 변동량과의 차분을 관찰하고, 당해 차분이 소정의 역치를 초과한 경우에는, 모터(예를 들면, 서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단하는 것이 가능하게 된다. 또한, 소정의 역치란, 어느 정도의 버터플라이 밸브체의 변동을 이상으로 판단하는지, 버터플라이 밸브의 사용 조건에 따라 정한 후, 임의로 설정된다.
- [0092] (3) (2)에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 있어서, 모터(서보 모터(11))는, 인코더(14)를 구비하고, 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 인코더(14)에 의해 출력되는 펄스에 기초하여, 실변동량을 산출하기 위한 제1 펄스 카운트 수(예를 들면 파형 V21, V22, V23)와, 적산 변동량을 산출하기 위한 제2 펄스 카운트 수(예를 들면 파형 V31, V32, V33)를 산출하고, 제1 펄스 카운트 수는, 버터플라이 밸브체(9)가 개방형(정방향 K) 또는 폐방향(부방향 -K)으로 회전하는 경우에 업 카운트되고, 업 카운트되는 방향과 반대의 방향으로 버터플라이 밸브체(9)가 회전하는 경우에 다운 카운트되는 것으로 산출되는 것이며, 실변동량은, 개시 시점 t11에 있어서의 제1 펄스 카운트 수와, 종료 시점 t12에 있어서의 제1 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내지고, 제2 펄스 카운트 수는, 버터플라이 밸브체(9)의 회전하는 방향에 관계없이, 업 카운트되는 것으로 산출되는 것이며, 적산 변동량은 개시 시점 t11에 있어서의 제2 펄스 카운트 수와, 종료 시점 t12에 있어서의 제2 펄스 카운트 수의 차분에 의해 나타내진다.

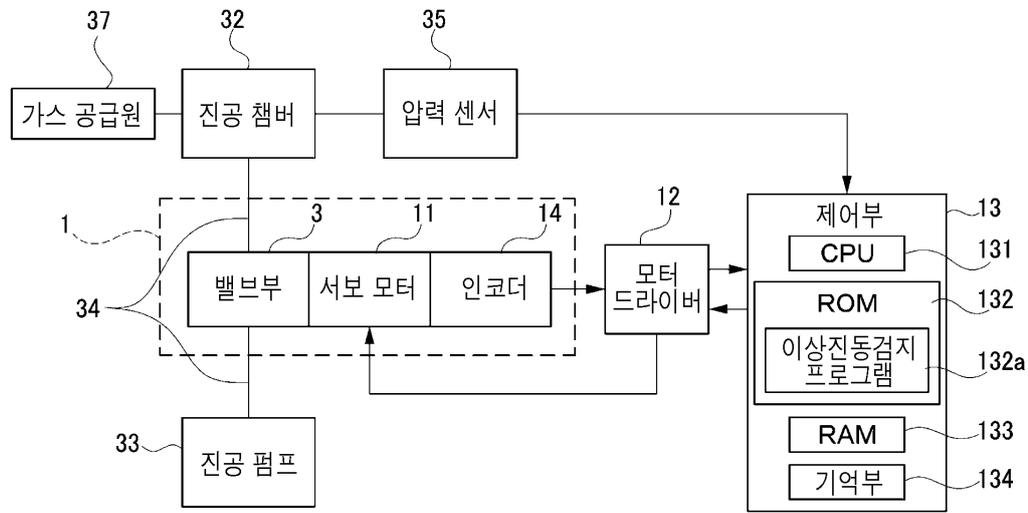
- [0093] (3)에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 의하면, 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 모터(서보 모터(11))가 구비하는 인코더(14)에 의해 출력되는 펄스에 기초하여 산출되는 실변동량과 적산 변동량과 차분이 소정의 역치를 초과하는지 여부에 의해, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 생기고 있는지 여부를 판단하는 것이 가능하다.
- [0094] (4) (1) 내지 (3)의 어느 하나에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 있어서, 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 연속하는 복수 회의 소정 시간 중에서, 소정의 횟수 연속하여, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단했을 때에, 모터(서보 모터(11))에 이상이 생긴 것을 통지한다.
- [0095] (4)에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 의하면, 보다 확실하게 모터(서보 모터(11))에 이상이 생기고 있는지 여부를 파악하는 것이 가능하게 된다.
- [0096] 예를 들면, 진공 챔버(32)를 목표 압력 값으로 할 때에 오버 슈트가 생기고, 그 지나친 양을 조정하기 위한 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동을, 이상 진동으로 판단해 버리는 등, 실제로는 모터(서보 모터(11))에 이상이 생기고 있지 않은 경우에도, 이상 진동 검지 프로그램(132a)이 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단할 가능성이 있다. 따라서, 이상 진동 검지 프로그램(132a)이, 한 번만, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단하는 것만으로는, 정말로 모터(서보 모터(11))에 이상이 생기고 있는지 확실히 파악할 수 없는 우려가 있다. 그래서, 연속하는 복수 회의 소정 시간(감시 시간 M1~M6) 중에서, 소정의 횟수 연속하여, 모터(서보 모터(11))에 이상 진동이 발생하고 있다고 판단했을 때에, 모터(서보 모터(11))에 이상이 생긴 것을 통지하는 구성으로 하는 것으로, 보다 확실하게 모터(서보 모터(11))에 이상이 생기고 있는지 여부를 파악하는 것이 가능하게 된다.
- [0097] (5) (1) 내지 (4) 중 하나에 기재된 버터플라이 밸브(1)에 있어서, 모터는 서보 모터(11)이다.
- [0098] 근년의 ALD의 보급에 의해, 버터플라이 밸브체를 회전시키는 모터로서, 응답 속도가 빠른 서보 모터(11)를 이용하는 경우가 있다. 응답 속도를 빠르게 하기 위해 게인을 올린 서보 모터(11)는 반응이 너무 좋게 되어 버려, 버터플라이 밸브체(9)를 소정의 개도로 정지시키고 싶은 경우에도, 버터플라이 밸브체(9)의 정지가 되기 어렵고, 미소 변동이 불필요하게 반복될 우려가 있다. 이 불필요한 미소 변동의 반복이, 서보 모터(11)에 이상 진동을 발생시키는 원인으로 될 수 있다. 그러나, 본 발명에 의하면, 이상 진동 검지 프로그램(132a)이, 적어도 진공 챔버(32)의 압력 값이 안정되어 있는 경우에, 소정 시간(감시 시간 M1~M6) 내에 있어서의 버터플라이 밸브체(9)의 개도의 변동량에 기초하여, 모터에 이상 진동이 발생하고 있는지 여부를 판단하기 때문에, 버터플라이 밸브(1)에 서보 모터(11)를 이용한 경우에도, 불필요한 개도의 변동이 반복되는 것에 의한 이상 진동이 방지되는 것 없이, 버터플라이 밸브(1)에 파손이 생기는 것을 방지 할 수 있다.
- [0099] 또한, 상기의 실시 형태는 단지 예시에 불과하고, 본 발명을 여하히 한정하는 것은 아니다. 따라서 본 발명은 당연히, 그 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 개량, 변형이 가능하다. 예를 들면, 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수는, 개시 시점 t11에 있어서, 모두 0으로 하고 있지만, 반드시 0으로 할 필요는 없다. 따라서, 이상 진동 검지 프로그램(132a)은, 제1 펄스 카운트 수 및 제2 펄스 카운트 수의 리셋(S20)를 행하지 않고도, 실변동량이나 적산 변동량은 산출 가능하다.

부호의 설명

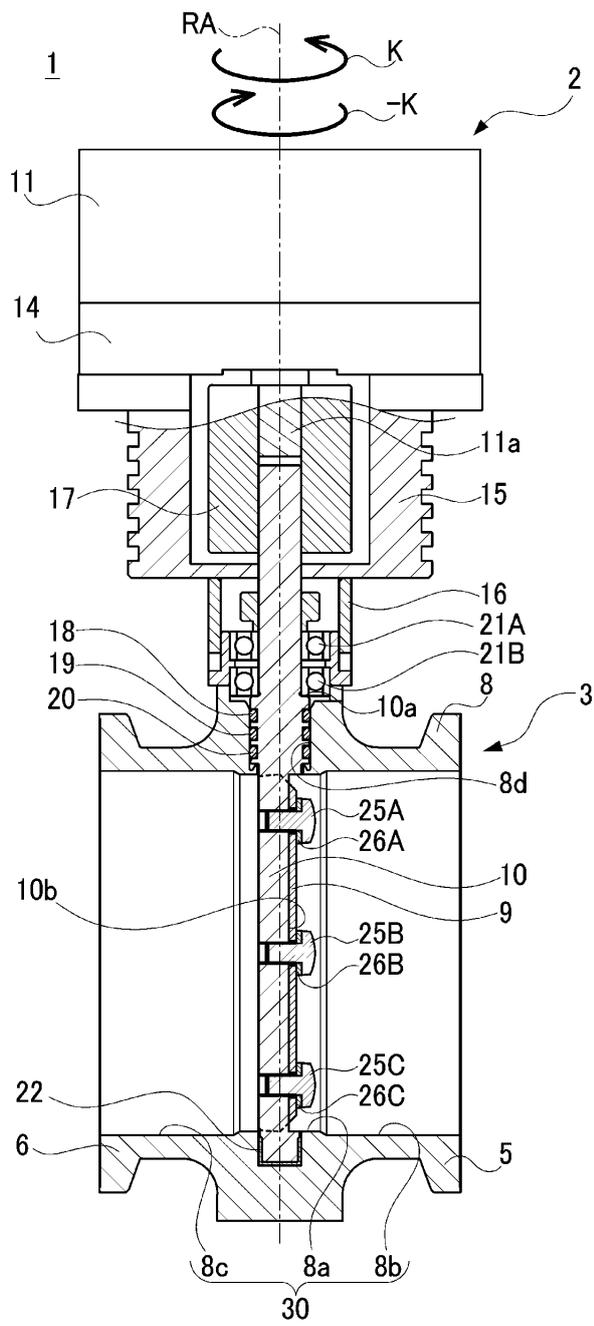
- [0100] 1 버터플라이 밸브
- 9 버터플라이 밸브체
- 10 로드(회전축의 일례)
- 11 서보 모터(모터의 일례)
- 13 제어부
- 32 진공 챔버
- 33 진공 펌프
- 34 배관
- 35 압력 센서
- 132a 이상 진동 검지 프로그램

도면

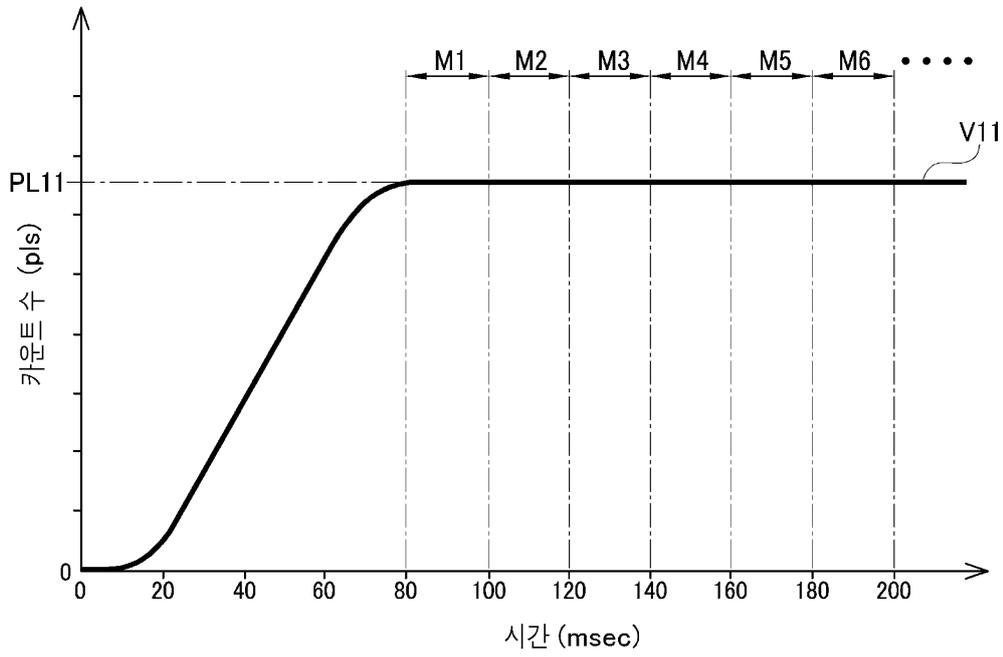
도면1



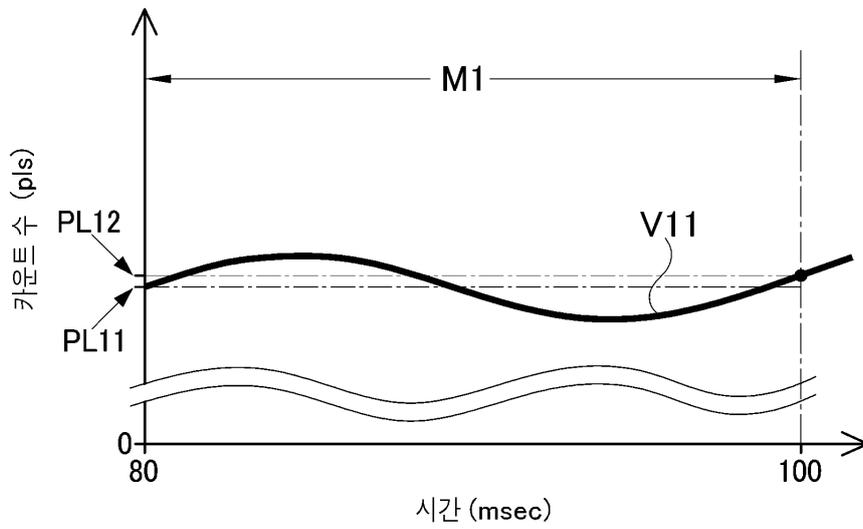
도면2



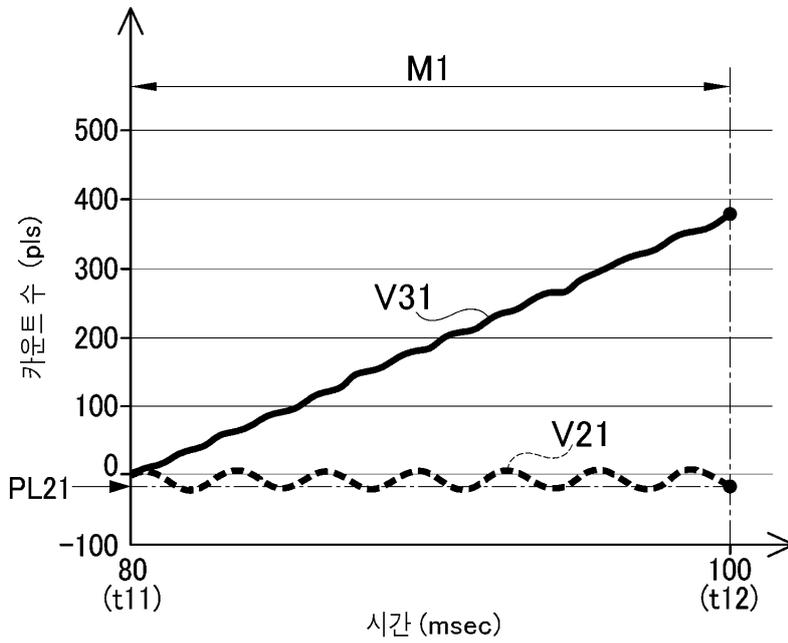
도면3



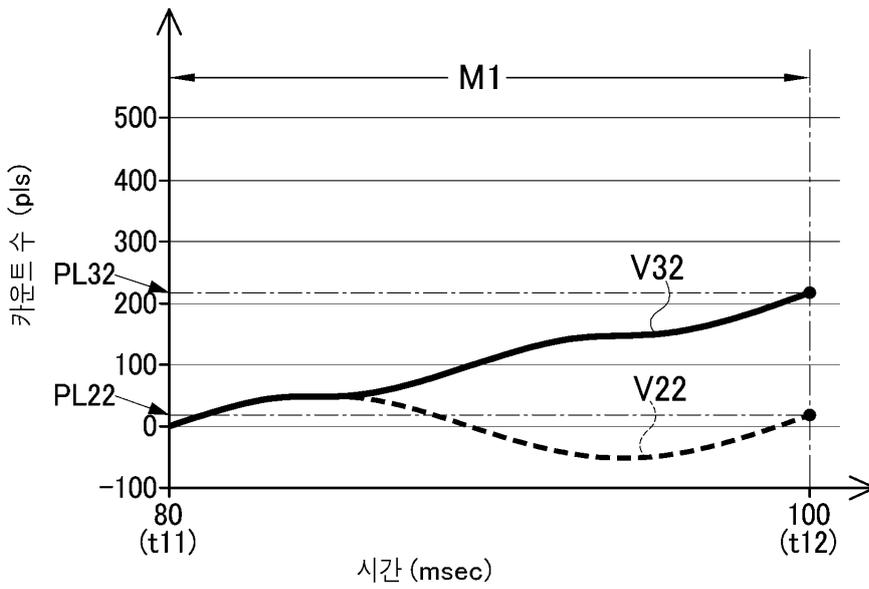
도면4



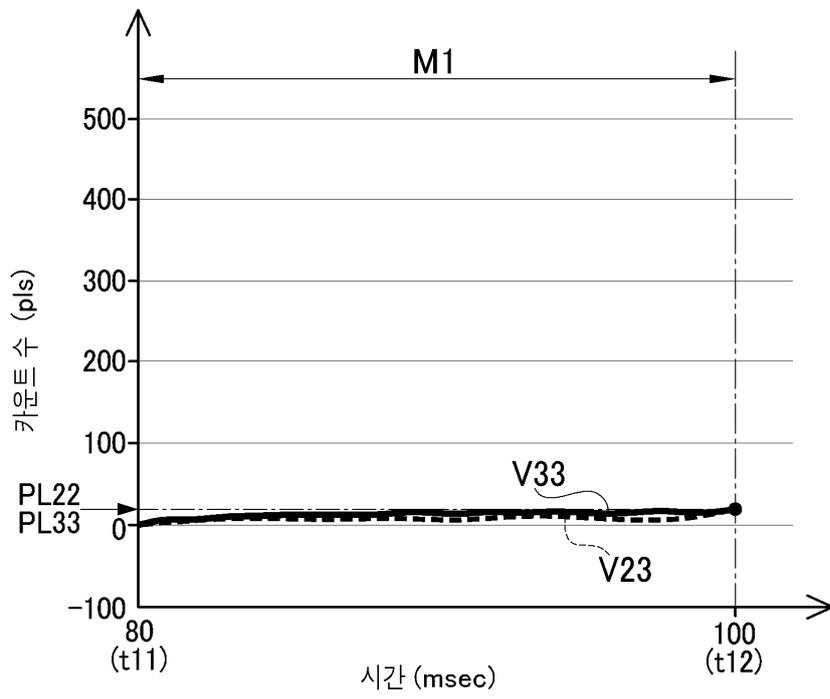
도면5



도면6



도면7



도면8

