



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월24일
(11) 등록번호 10-2293701
(24) 등록일자 2021년08월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 7/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G05D 7/0635 (2013.01)
G01F 1/66 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0080877
- (22) 출원일자 2017년06월27일
심사청구일자 2020년01월17일
- (65) 공개번호 10-2018-0005111
- (43) 공개일자 2018년01월15일
- (30) 우선권주장
JP-P-2016-133445 2016년07월05일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
GB2497321 A*
JP2013088945 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
사파스교교 가부시키키가이샤
일본국 사이다마켄 교다시 시무시 2203
- (72) 발명자
이노우에 아츠시
일본 361-0037 사이타마 교다시 시무시 2203 사파스교교 가부시키키가이샤
- (74) 대리인
특허법인가산

전체 청구항 수 : 총 5 항

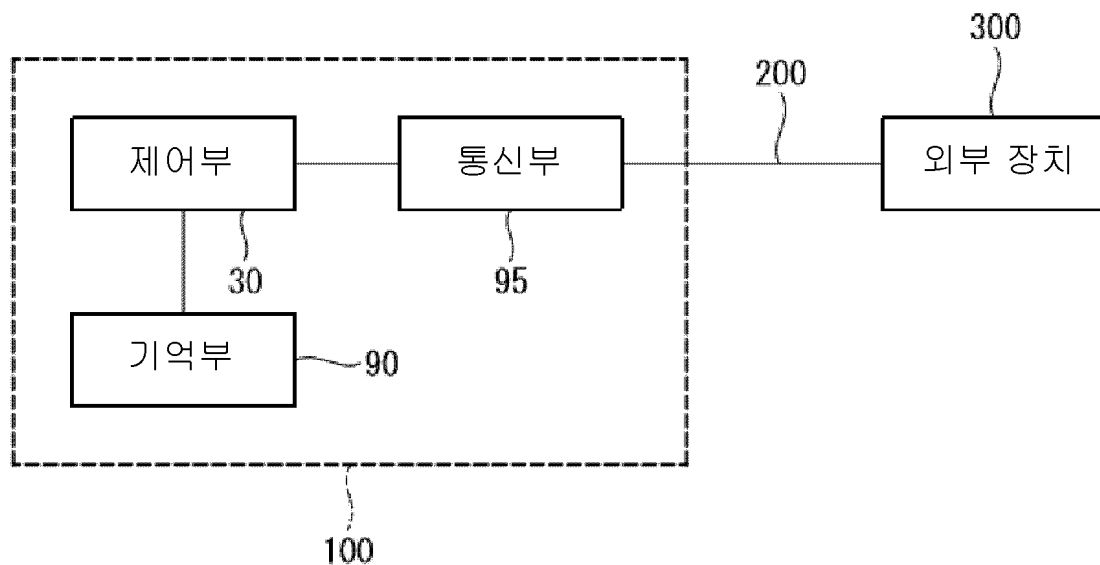
심사관 : 심유석

(54) 발명의 명칭 유량 조정 장치

(57) 요약

초음파 유량 계측부; 계측 유로의 하류측에서 유출 포트로 유출하는 유체의 유량을 조정하는 유량 조정부; 초음파 유량 계측부가 계측하는 유체의 유량이 미리 설정된 설정값과 일치하도록 유량 조정부를 제어하는 제어부(30); 유입 포트에서 계측 유로의 상류측에 유입하는 유체의 압력을 측정하는 압력 센서; 및 제어부(30)가 유량 조정부를 제어하는 경우에, 초음파 유량 계측부가 계측하는 전파 시간차로부터 얻은 유체의 유량과 목표 유량의 설정값과 압력 센서가 측정하는 압력을 대응시킨 정보를 기억하는 기억부(90);를 구비하는 유량 조정 장치(100)를 제공한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류
G05D 7/0623 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유입 포트에서 유입되어 직관형 계측 유로를 유통하는 유체의 유량을 얻기 위해 당해 계측 유로의 상류측과 하류측에 배치된 한 쌍의 진동자가 발신하는 초음파의 전파 시간차를 계측하는 초음파 유량 계측부;

상기 계측 유로의 하류측에서 유출 포트로 유출되는 유체의 유량을 조정하는 유량 조정부;

상기 초음파 유량 계측부가 계측하는 유체의 유량이 미리 설정된 설정값과 일치하도록 상기 유량 조정부를 제어하는 제어부;

상기 유입 포트에서 상기 계측 유로의 상류측에 유입하는 유체의 압력을 측정하는 압력 측정부; 및

상기 제어부가 상기 유량 조정부를 제어하는 경우에, 상기 초음파 유량 계측부가 계측하는 상기 전파 시간차로부터 얻은 유체의 유량과 상기 설정값과 상기 압력 측정부가 측정하는 압력을 대응시킨 정보를 기억하는 기억부를 구비하고,

상기 제어부는, 상기 유량 조정부를 제어하는 경우에, 상기 압력 측정부가 측정하는 압력이 소정의 압력 이상 상태인지 여부를 판별하고, 상기 소정의 압력 이상 상태라고 판별하지 않은 경우에 있어서, 상기 초음파 유량 계측부가 소정의 유량 이상 상태인지 여부를 판별하고, 또는, 상기 유량 조정부가 소정의 조정 이상 상태인지 여부를 판별하고, 상기 유량 이상 상태 또는 상기 조정 이상 상태라고 판별한 경우에 상기 유량 이상 상태 또는 상기 조정 이상 상태를 통지하는 유량 조정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유량 조정부는,

상기 유출 포트로 유체를 유도하는 유출측 유로부에 형성되는 밸브 구멍에 삽입되는 밸브 바디부; 및

당해 밸브 바디부를 상기 밸브 구멍의 중심축에 따라 진퇴시키는 구동부를 가지고,

상기 기억부는, 상기 제어부가 상기 유량 조정부를 제어하는 경우에 상기 구동부가 진퇴시키는 상기 밸브 바디부의 위치에서 얻어지는 당해 밸브 바디부의 열림 정도와 상기 압력 측정부가 측정하는 상기 압력을 대응시켜 기억하는 유량 조정 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 소정의 압력 이상 상태는, 상기 압력 측정부가 측정하는 압력이 제1 소정 압력 이하로 유지되는 상태, 상기 압력 측정부가 측정하는 압력이 제2 소정 압력 이상으로 유지되는 상태, 또는 상기 압력 측정부가 측정하는 압력의 단위 시간당 변동량이 소정량을 초과하는 상태인 유량 조정 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

외부 장치와 통신선을 통해 접속되는 통신부를 가지고,

상기 제어부는 상기 통신부가 상기 외부 장치에서 상기 정보의 송신 요구를 수신한 경우에, 상기 기억부에 기억된 상기 정보를 상기 외부 장치로 송신하도록 상기 통신부를 제어하는 유량 조정 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 통신부가 상기 정보를 상기 외부 장치로 송신한 후에 당해 외부 장치에서 소거 지시를 수신한 경우에, 상기 기억부에 기억된 송신 완료된 상기 정보를 소거하도록 상기 기억부를 제어하는 유량 조정 장치.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 유량 계측부를 포함한 유량 조정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래에는 유량 측정용 유체가 흐르는 직관형 측정용 관체를 포함하는 초음파 유량계가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조). 특허문헌 1에 개시된 초음파 유량계는, 직관형 측정용 관체의 외주에 소정의 간격을 두고 한 쌍의 초음파 진동자를 배치한 것이다. 특허문헌 1에 개시된 초음파 유량계는 오로지 유량 측정을 수행하는 것이며, 유체의 유량을 조정하는 기능은 포함하지 않았다.

[0003] 또한, 특허문헌 1에 개시된 초음파 유량계에 유량을 조정하는 기능을 추가하는 경우, 직관형 측정용 관체 부분은 한 쌍의 초음파 진동자가 발신하는 초음파가 전파되는 부분이므로, 이 부분에서 유량 조절을 하는 것은 불가능하다. 이로 인해, 특허문헌 1에 개시된 초음파 유량계에 유량을 조정하는 기능을 추가할 경우에는, 초음파 유량계의 하류측에 별도의 유량 조정 장치를 접속할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본특허공개 2012-42243호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 특허문헌 1에 개시된 초음파 유량계의 하류측에 별도의 유량 조정 장치를 접속함으로써, 초음파 유량계가 계측하는 유량에 근거하여 유체의 유량을 조정하는 것이 가능해진다.

[0006] 그러나, 초음파 유량계는 차압식 유량계 등과는 달리 유체의 압력에 근거하지 않고 유량을 계측하는 장치이므로, 유체의 압력에 기인하는 이상이 발생한 경우에, 그 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지, 초음파 유량계 자체의 이상인지를 판별할 수 없다.

[0007] 예컨대, 개폐 밸브가 닫힘 상태로 유지되고 초음파 유량계로 유체가 유입되지 않는 경우, 초음파 유량계 내부에 유체가 유도되지 않고 대기압 상태로 유지되기 때문에, 유체 압력에 기인하는 이상이 된다. 이 경우, 초음파 유량계가 계측하는 유체의 유량이 제로가 되므로, 유체 압력에 기인하는 이상인지 불분명한 경우에는, 초음파 유량계 자체의 이상이라고 판별될 가능성이 있다.

[0008] 본 발명은, 이러한 사정에 비추어 이루어진 것이며, 직관형 계측 유로를 가지는 초음파 유량 계측부에 의한 유량의 계측과 그 계측 결과에 근거한 유량 조절을 가능하게 하면서, 장치 압력에 기인하는 이상을 판별 가능하게 한 유량 조정 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 상기의 과제를 해결하기 위해 하기의 수단을 채택하였다.

[0010] 본 발명의 일 양태에 관한 유량 조정 장치는, 유입 포트에서 유입되어 직관형 계측 유로를 유통하는 유체의 유량을 얻기 위해 당해 계측 유로의 상류측과 하류측에 배치된 한 쌍의 진동자가 발신하는 초음파의 전파 시간차

를 측정하는 초음파 유량 측정부; 상기 측정 유로의 하류측에서 유출 포트에 유출되는 유체의 유량을 조정하는 유량 조정부; 상기 초음파 유량 측정부가 측정하는 유체의 유량이 미리 설정된 설정값과 일치하도록 상기 유량 조정부를 제어하는 제어부; 상기 유입 포트에서 상기 측정 유로의 상류측으로 유입하는 유체의 압력을 측정하는 압력 측정부; 및 상기 제어부가 상기 유량 조정부를 제어하는 경우에, 상기 초음파 유량 측정부가 측정하는 상기 전과 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량과 상기 설정값과 상기 압력 측정부가 측정하는 압력을 대응시킨 정보를 기억하는 기억부를 포함한다.

- [0011] 본 발명의 일 양태에 관한 유량 조정 장치에 의하면, 직관형 측정 유로를 유통하는 유체의 유량을 얻기 위해 초음파 유량 측정부가 한 쌍의 진동자가 발신하는 초음파의 전과 시간차를 측정할 때에, 압력 측정부에 의해 측정 유로의 상류측으로 유입하는 유체의 압력이 측정된다. 압력 측정부에 의해 측정된 압력은 제어부가 유량 조정부를 제어하는 경우에, 초음파 유량 측정부가 측정하는 전과 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량 및 미리 설정된 설정값과 대응시킨 정보로 기억부에 기억된다.
- [0012] 유량 조정 장치에 설정값을 설정하더라도 초음파 유량 측정부가 측정하는 전과 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 변화하지 않는 등의 이상이 발생한 경우, 기억부에 기억된 정보를 참조함으로써, 그 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지, 유량 조정 장치 자체의 이상인지를 판별할 수 있다.
- [0013] 예를 들어, 유입 포트에 유체가 유입되지 않는 경우, 전과 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 제로가 된 때에, 측정 유로에 유체가 유도되지 않고 대기압 상태로 유지된 것을 기억부에 기억된 정보에서 인식할 수 있다. 이러한 경우, 초음파 유량 측정부가 측정하는 전과 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 제로가 된 요인이 측정 유로에 유체가 유도되지 않고 대기압 상태로 유지되었다는 유체의 압력에 기인하는 이상이었다고 판별할 수 있다.
- [0014] 이와 같이, 본 발명의 일 양태에 관한 유량 조정 장치에 의하면, 직관형 측정 유로를 가지는 초음파 유량 측정부에 의한 유량 측정과 그 측정 결과에 근거한 유량의 조정을 가능하게 하면서, 유체의 압력에 기인하는 이상을 판별 가능하게 한 유량 조정 장치를 제공할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 양태에 관한 유량 조정 장치에 있어, 상기 유량 조정부는 상기 유출 포트에 유체를 유도하는 유출측 유로부에 형성되는 밸브 구멍에 삽입되는 밸브 바디부, 및 당해 밸브 바디부를 상기 밸브 구멍의 중심축에 따라 진퇴시키는 구동부를 가지고, 상기 기억부는 상기 제어부가 상기 유량 조정부를 제어하는 경우에, 상기 구동부가 진퇴시키는 상기 밸브 바디부의 위치로부터 얻은 당해 밸브 바디부의 열림 정도와 상기 압력 측정부가 측정하는 상기 압력과 대응시켜서 기억하는 것일 수 있다.
- [0016] 이를 통해, 유량 조정 장치에 설정값을 설정하더라도 초음파 유량 측정부가 측정하는 전과 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 계속 변화하지 않고 밸브 바디부의 열림 정도가 커지는 등의 이상이 발생한 경우, 기억부에 기억된 정보를 참조함으로써, 그 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지, 유량 조정 장치 자체의 이상인지를 판별할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 양태에 관한 유량 조정 장치에 있어, 상기 제어부는 상기 유량 조정부를 제어하는 경우에, 상기 압력 측정부가 측정하는 압력이 소정의 이상 상태인지의 여부를 판별하고, 당해 소정의 이상 상태임을 판별한 경우에 당해 소정의 이상 상태를 통보하는 구성으로 할 수도 있다.
- [0018] 이를 통해, 압력 측정부가 측정하는 압력이 소정의 이상 상태인지의 여부를 유량 조정 장치의 조작자가 쉽게 인식할 수 있다.
- [0019] 상기 구성의 유량 조정 장치에서, 상기 소정의 이상 상태는 상기 압력 측정부가 측정하는 압력이 제1 소정 압력 이하로 유지되는 상태, 상기 압력 측정부가 측정하는 압력이 제2 소정 압력 이상으로 유지되는 상태, 또는 상기 압력 측정부가 측정하는 압력 단위 시간당 변동량이 소정량을 초과하는 상태일 수 있다.
- [0020] 이를 통해, 측정 유로에 유입되는 유체의 압력이 제1 소정 압력 이하로 되어 유체의 공급이 적은 상태, 제2 소정 압력 이상으로 되어 유체의 유량 조절이 적절하게 이루어지지 않는 상태, 또는 유체의 공급이 없는 상태를 소정의 이상 상태로 판별할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 양태에 관한 유량 조정 장치에 있어, 외부 장치와 통신선을 통해 접속되는 통신부를 가지고, 상기 제어부는 상기 통신부가 상기 외부 장치로부터 상기 정보의 송신 요구를 수신한 경우에, 상기 기억부에 기억된 상기 정보를 상기 외부 장치로 송신하도록 상기 통신부를 제어하는 구성으로 할 수도 있다.
- [0022] 이를 통해, 외부 장치로부터의 송신 요구에 따라 기억부에 기억된 정보를 송신하고, 외부 장치에서 정보를 참조

함으로써, 발생한 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지, 유량 조정 장치 자체의 이상인지를 판별할 수 있다.

[0023] 상기 구성의 유량 조정 장치에서, 상기 제어부는 상기 통신부가 상기 정보를 상기 외부 장치로 송신한 후에 당해 외부 장치로부터 소거 지시를 수신한 경우에, 상기 기억부에 기억된 송신 완료된 상기 정보를 소거하도록 상기 기억부를 제어할 수도 있다.

[0024] 이를 통해, 외부 장치에 대한 정보 송신이 완료될 때까지는 기억부에 확실히 정보를 기억시키면서, 외부 장치에 대한 정보 송신이 완료된 후에 기억부의 정보를 소거하여 정보의 기억에 필요한 영역을 적절하게 확보할 수 있다. 또한, 기억부의 정보를 소거함으로써, 제어부에 의한 제어 내용 등의 중요한 기밀 정보가 외부로 유출하는 것을 방지할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 의하면, 직관형 계측 유로를 갖는 초음파 유량 계측부에 의한 유량의 계측과 그 계측 결과에 근거한 유량의 조정을 가능하게 하면서, 유체의 압력에 기인하는 이상을 판별할 수 있는 유량 조정 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 유량 조정 장치의 일 실시 형태를 나타내는 부분 종단면도.
- 도 2는 도 1에 도시한 유량 조정 장치의 A-A 화살표 방향으로 본 부분 단면도.
- 도 3은 도 1에 도시한 초음파 유량 계측부를 나타내는 부분 종단면도.
- 도 4는 도 1에 도시한 유량 조정부 및 유출측 유로부를 나타내는 부분 종단면도.
- 도 5는 도 1에 도시한 유입측 유로부 및 압력 센서를 나타내는 종단면도.
- 도 6은 본 실시 형태의 유량 조정 시스템을 나타내는 구성도.
- 도 7은 외부 장치의 표시부에 표시되는 화면의 일례를 나타내는 도면.
- 도 8은 외부 장치의 표시부에 표시되는 화면의 일례를 나타내는 도면.
- 도 9는 본 실시 형태의 유량 조정 장치가 실행하는 자동 데이터 로그 기능의 처리를 나타내는 흐름도.
- 도 10은 본 실시 형태의 유량 조정 장치가 기억부에 기억된 정보를 외부 장치로 송신하는 처리를 도시한 흐름도.
- 도 11은 본 실시 형태의 유량 조정 장치가 이상 상태를 판정하여 통보하는 처리를 나타내는 흐름도.
- 도 12는 압력 센서가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 계측 유로를 유통하는 유체의 유량 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프.
- 도 13은 압력 센서가 측정하는 유체의 압력과 밸브 바디부의 열림 정도의 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프.
- 도 14는 압력 센서가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 계측 유로를 유통하는 유체의 유량 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프.
- 도 15는 압력 센서가 측정하는 유체의 압력과 밸브 바디부의 열림 정도의 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명의 일 실시형태의 유량 조정장치(100)에 대해 도면을 참조하여 설명한다.
- [0028] 도 1 및 도 2에 도시한 본 실시형태의 유량 조정장치(100)는, 직관 형상의 계측유로(14)을 유통하는 유체의 유량을 계측하는 초음파 유량 계측부(10)와, 유체의 유량을 조정하는 유량 조정부(20)와, 유량 조정부(20)를 제어하는 제어부(30)와, 초음파 유량 계측부(10)와 유량 조정부(20)와 제어부(30)를 수용하는 하우징부(40)와, 유입 포트(100a)에서 유입되는 유체를 계측유로(14)의 상류측으로 인도하는 유입측 유로부(50)와, 계측유로(14)의 하

류측에서 유출되는 유체를 유출포트(100b)로 인도하는 유출측 유로부(60)와, 압력 센서(압력 측정부)(70)와, 실드부재(80)를 포함한다.

- [0029] 본 실시형태의 유량 조정장치(100)가 유량을 조정하는 유체는, 예를 들면, 반도체 제조장치에 이용되는 약액, 순수 등의 액체이다. 또한, 유체의 온도는, 예를 들면, 상온영역(예를 들면, 10도 이상이면서 50도 미만) 혹은 고온영역(예를 들면, 50도 이상이면서 80도 이하)의 온도인 것으로 한다.
- [0030] 유량 조정장치(100)의 하우징부(40)는, 체결볼트(미도시)에 의해 설치면(S)에 대하여 고정되어 있다. 또한, 유량 조정장치(100)는, 케이블(200)을 통해 외부장치(미도시)와 접속되어 있고, 케이블(200)을 통해 외부장치로부터 전력공급을 받는 동시에, 외부장치의 사이에서 각종의 신호의 송수신을 한다. 외부장치로부터 수신하는 신호는, 예를 들면, 유량 조정장치(100)가 조정하는 목표유량의 설정값을 나타내는 신호이다. 또한, 외부장치로 송신하는 신호는, 예를 들면, 초음파 유량 계측부(10)가 측정된 신호를 기초로 제어부(30)가 산출한 유체의 유량을 나타내는 신호나, 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력을 나타내는 신호이다.
- [0031] 초음파 유량 계측부(10)는, 유입측의 배관(미도시)으로부터 유입되어 직관 형상의 계측유로(14)를 유통하는 유체의 유량을 얻기 위해, 계측유로(14)의 상류측에 배치된 상류측 진동자(11) 및 계측유로(14)의 하류측에 배치된 하류측 진동자(12)의 한 쌍의 진동자가 발신하는 초음파의 전파 시간차를 계측하는 것이다.
- [0032] 도 3에 나타난 바와 같이, 초음파 유량 계측부(10)는, 설치면(S)과 평행한 축선(X2) 상에 배치되는 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)와, 유입측 유로부(50)에 접속되는 유입유로(13)와, 유입유로(13)에 접속되는 동시에 축선(X2, 제2축선)을 따라 연장되는 직관 형상의 계측유로(14)와, 유출측 유로부(60)에 접속되는 유출유로(15)를 갖는다. 축선(X2)은, 후술하는 밸브 바디부(21)의 진퇴 방향인 축선(X1, 제1축선)과 평행한 방향으로 되어 있다.
- [0033] 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)는, 축선(X2) 상에서 계측유로(14)를 통해 대향하는 위치에 배치되어 있고, 각각 초음파 신호의 발신과 수신을 하는 것이 가능하다. 상류측 진동자(11)가 발신한 초음파 신호는, 계측유로(14)를 유통하는 유체를 전파하여 하류측 진동자(12)에 의해 수신된다. 마찬가지로, 하류측 진동자(12)가 발신한 초음파 신호는, 계측유로(14)를 유통하는 유체를 전파하여 상류측 진동자(11)에 의해 수신된다. 유체는 계측유로(14)를 상류측에서 하류측을 향해 유통하므로 상류측 진동자(11)가 발신하는 초음파 신호의 하류측 진동자(12)로의 전파 시간은, 하류측 진동자(12)가 발신하는 초음파 신호의 상류측 진동자(11)로의 전파 시간보다도 짧아진다. 초음파 유량 계측부(10)는, 이 전파 시간차를 이용하여 계측유로(14)를 유통하는 유체의 유량을 계측한다.
- [0034] 한편, 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)에 의한 초음파 신호의 발신은, 도 3에 도시한 신호선(16,17)에 의해 접속된 제어부(30)에 의해 제어된다. 또한, 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)에 의한 초음파 신호의 수신은, 신호선(16,17)을 통해 제어부(30)에 전달된다. 제어부(30)는, 후술하는 바와 같이, 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)에 지시한 초음파 신호의 발신 타이밍과, 그에 대응하여 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)로부터 수신한 초음파 신호의 수신 타이밍으로부터 전파 시간차를 산출하고, 산출한 전파 시간차로부터 유체의 유량을 산출한다.
- [0035] 유량 조정부(20)는, 계측유로(14)의 하류측에서 유출측 유로부(60)를 통해 유출측의 배관(미도시)에 접속되는 유출포트(100b)로 유출되는 유체의 유량을 조정하는 것이다. 유량 조정부(20)는, 도 1에 나타난 바와 같이, 설치면(S)에 직교하는 설치방향인 축선(Y) 방향에 있어서, 초음파 유량 계측부(10)와 제어부(30) 사이에 배치되어 있다. 도 1에 도시한 바와 같이, 축선(Y) 방향에 있어서, 설치면(S)에 가장 근접한 위치에 초음파 유량 계측부(10)가 배치되고, 설치면(S)에서 가장 먼 위치에 제어부(30)가 배치되고, 이것들의 사이에 유량 조정부(20)가 배치되어 있다.
- [0036] 도 4에 도시한 바와 같이, 유량 조정부(20)는, 유출측 유로부(60)에 형성되는 밸브홀(62)에 삽입되는 밸브 바디부(21)와, 밸브 바디부(21)를 설치면(S)과 평행한 축선(X1, 제 1축선)을 따라 진퇴시키는 전동 구동부(22)를 갖는다. 전동 구동부(22)는, 밸브 바디부(21)를 도 4에 실선으로 나타난 클로즈 상태의 위치와 파선으로 나타난 오픈상태의 위치 사이에서 축선(X1)을 따라 진퇴시킨다. 유량 조정부(20)는, 밸브 바디부(21)의 축선(X1) 상의 위치를 전동 구동부(22)에 의해 조정하는 것에 의해, 밸브홀(62)에서 밸브실(63)로 유입되는 유체의 양을 조정한다.
- [0037] 제어부(30)는, 초음파 유량 계측부(10)가 계측하는 유체의 유량을 기초로 유량 조정부(20)를 제어하는 것이다. 제어부(30)는, 케이블(200)을 통해 외부장치로부터 수신한 목표 유량의 설정값을 기억하고 있고, 초음파 유량

계측부(10)가 계측하는 유체의 유량이 목표 유량의 설정값과 일치하도록 유량 조정부(20)의 밸브 바디부(21)의 위치를 제어한다.

- [0038] 제어부(30)는 전술한 기능을 실장한 판 형상의 제어기관(31) 및 제어기관(32)으로 이루어진다. 여기에서는, 제어부(30)는 2개의 제어기관으로 이루어지는 것으로 하였으나, 1개 혹은 3개 이상 등, 적어도 하나의 제어기관으로 이루어지게 구성할 수 있다. 제어기관(31) 및 제어기관(32)은, 축선(X1) 및 축선(X2)과 평행한 축선(X3, 제 3축선)을 따라 배치되어 있다. 또한, 제어기관(31) 및 제어기관(32)이 배치되는 축선(Y) 방향의 위치는, 초음파 유량 계측부(10) 및 유량 조정부(20)보다도 설치면(S)에서 떨어진 위치로 되어 있다.
- [0039] 제어부(30)는, 초음파 유량 계측부(10)가 갖는 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)의 각각 초음파 신호의 발신을 지시할 수 있다. 또한, 제어부(30)는, 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)의 어느 한쪽에서 발신된 초음파 신호를, 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)의 다른 한쪽에서 수신한 타이밍을 검출할 수 있다.
- [0040] 제어부(30)는, 하류측 진동자(12)에 지시한 초음파 신호의 발신 타이밍과, 그에 대응한 상류측 진동자(11)에서의 초음파 신호의 수신 타이밍으로부터, 제 1의 전파시간을 산출한다. 또한, 제어부(30)는, 상류측 진동자(11)에 지시한 초음파 신호의 발신 타이밍과, 그에 대응한 하류측 진동자(12)에서의 초음파 신호의 수신 타이밍으로부터, 제 2의 전파시간을 산출한다. 제어부(30)는, 제 1의 전파시간으로부터 제 2의 전파시간을 감산한 전파 시간차와 미리 정해진 유량 연산식을 기초로 계측유로(14)를 유통하는 유체의 유량을 얻는다.
- [0041] 하우징부(40)는, 도 2에 도시한 바와 같이, 유량 조정장치(100)의 각 부를 수용하는 하우징 본체(41)와, 하우징 본체(41)의 상방에 장착되는 캡부(42)와, 하우징 본체(41)와 캡부(42)에 의해 형성되는 내부공간을 구획하는 경계부재(43)를 갖는다.
- [0042] 경계부재(43)는, 하우징부(40)의 내부를, 초음파 유량 계측부(10) 및 유량 조정부(20)가 배치되는 공간과, 제어부(30)가 배치되는 공간으로 구획하는 것이다. 경계부재(43)는, 제어부(30)가 배치되는 공간을 유체가 유통하는 공간으로부터 격리하는 것에 의해, 유체가 비교적 고온(예를 들면, 50도 이상이면서 80도 이하의 범위)이 되는 경우에 유체의 열이 제어부(30)에 전달되는 것을 억제할 수 있다.
- [0043] 도 1에 도시한 바와 같이, 하우징부(40)에는, 축선(Y)을 따라 설치면(S)에 가까운 측에서 순서대로 공기도입 포트(40a)와 공기배출 포트(40b)가 형성되어 있다. 공기도입 포트(40a)는, 공기 공급원(미도시)에서 공급되는 공기를 하우징부(40)의 내부로 도입하는 포트이다. 또한, 공기배출 포트(40b)는, 하우징부(40)의 내부에서 유통한 공기를 하우징부(40)의 외부에 배출하는 포트이다.
- [0044] 도 1에서 화살표로 나타낸 바와 같이, 공기도입 포트(40a)로부터 도입된 공기는, 제어기관(32)의 하면을 냉각하면서 유입포트(100a) 측을 향해 유통되고, 그 후에 제어기관(32)의 상면과 제어기관(31)의 상면 및 하면을 냉각하면서 유출포트(100b) 측을 향해 유통되고, 마지막으로 공기배출 포트(40b)에서 배출된다.
- [0045] 이와 같이, 하우징부(40)의 내부에서 공기를 유통시킴으로써, 제어기관(31) 및 제어기관(32)을 냉각할 수 있다. 또한, 경계부재(43)에 의해 구획된 제어부(30)가 배치되는 공간에만 공기를 유통시킴으로써, 제어기관(31) 및 제어기관(32)의 상면 및 하면을 각각 효과적으로 냉각할 수 있다.
- [0046] 유입측 유로부(50)는, 도 1 및 도 5에 도시한 바와 같이, 유입포트(100a)로부터 계측유로(14)의 상류측의 유입유로(13)를 향해 설치면(S)에 근접한 방향으로 경사진 유입측 경사유로(51)가 내부에 형성된 부재이다. 유입측 유로부(50)에는, 유입측 경사유로(51)를 유통하는 유체의 압력을 검출하기 위한 압력 센서(70)가 장착되어 있다.
- [0047] 설치면(S)이 수평면일 경우, 축선(Y) 방향은 연직방향이 된다. 이 경우, 초음파 유량 계측부(10)보다도 연직방향의 상방에 유입측 유로부(50)가 배치된다. 이로 인해, 초음파 유량 계측부(10)를 유통하는 유체에 기포가 포함되는 경우에도, 그 기포가 계측유로(14) 내의 상류측 진동자(11)에 근접한 면에 체류하기 어렵다. 이는 기포가, 상류측 진동자(11)에 근접한 면의 상방에 배치되는 유입측 유로부(50)로 인도되기 때문이다. 그로 인해, 상류측 진동자(11)에 근접한 면에 기포가 체류하는 것에 의해, 초음파 유량 계측부(10)가 유량을 오검출하는 불량이 억제된다.
- [0048] 유출측 유로부(60)는, 도 1 및 도 4에 나타낸 바와 같이, 유량 조정부(20)로부터 유출포트(100b)를 향해 설치면(S)에 근접한 방향으로 경사진 유출측 경사유로(61)가 내부에 형성된 부재이다. 유출측 유로부(60)는, 밸브실(63)의 상방에 마련된 개구부(64)에서 유출유로(65)를 통해, 유출측 경사유로(61)의 상류측으로 유체를 인도한다. 유출측 경사유로(61)의 상류측에 인도된 유체는, 유출측 경사유로(61)를 따라 유출포트(100b)로 인도된다.

- [0049] 도 2 및 도 4에 도시한 바와 같이, 유출측 유로부(60)에는, 복수의 체결볼트(66)가 관통하는 관통홀이 마련되어 있다. 유출측 유로부(60)는, 체결볼트(66)를 전동 구동부(22)에 체결하는 것에 의해, 전동 구동부(22)에 고정되어 있다.
- [0050] 설치면(S)이 수평면일 경우, 축선(Y) 방향은 연직방향이 된다. 이 경우, 초음파 유량 계측부(10)보다도 연직방향의 상방에 유출측 유로부(60)가 배치된다. 그로 인해, 초음파 유량 계측부(10)를 유통하는 유체에 기포가 포함되는 경우라도, 그 기포가 계측유로(14) 내의 하류측 진동자(12)에 근접한 면에 체류하기 어렵다. 이는 기포가, 하류측 진동자(12)에 근접한 면의 상방에 배치되는 유출측 유로부(60)로 인도되기 때문이다. 그로 인해, 하류측 진동자(12)에 근접한 면에 기포가 체류하는 것에 의해, 초음파 유량 계측부(10)가 유량을 오검출하는 불량이 억제된다.
- [0051] 압력 센서(70)는, 유입포트(100a)로부터 계측유로(14)의 상류측의 유입측 경사유로(51)로 유입되는 유체의 압력(공급압)을 계측하는 것이다. 압력 센서(70)는, 예를 들면, 스트레인 게이지식의 압력 센서이다. 압력 센서(70)는, 센서 홀더(71)에 의해 유입측 유로부(50)에 장착되어 있다. 압력 센서(70)가 계측한 유체의 압력을 나타내는 압력신호는, 제어부(30)에 전달되고, 제어부(30)가 구비한 기억부(미도시)에 기억된다. 또한, 압력신호는, 케이블(200)을 통해 외부장치에 전달된다.
- [0052] 실드부재(80)는, 도 2에 나타난 바와 같이, 상류측 진동자(11) 및 하류측 진동자(12)를 둘러싸게 배치되는 금속제(예를 들면, 스테인레스)의 부재이다. 실드부재(80)는, 외부의 자기 등에 의해 초음파 유량 계측부(10)에 계측 오차가 발생하는 것을 억제하기 위한 것이다.
- [0053] 이하, 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)와 외부 장치(300)를 케이블(200)을 통해 접속한 유량 조정 시스템에 대해서 설명한다.
- [0054] 도 6에 도시한 바와 같이, 유량 조정 장치(100)와 외부 장치(300)는 케이블(200)을 통해 통신 가능하게 접속되어 있다.
- [0055] 또한, 도 6에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)는 앞서 언급한 구성과 더불어 기억부(90)와 통신부(95)를 더 포함한다.
- [0056] 기억부(90)는 제어부(30)가 얻은 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량(실유량), 외부 장치(300)로부터 수신하는 목표 유량의 설정값, 전동 구동부(22)가 진퇴시키는 밸브 바디부(21)의 위치에서 얻어지는 밸브 바디부(21)의 열림 정도, 및 압력 센서(7)가 측정하는 유체의 압력을 대응시키는 정보를 기억하는 장치이다. 기억부(90)는, 정보의 쓰기와 읽기를 반복하는 것이 가능한 장치이며, 예를 들면 EEPROM 등의 불휘발성 메모리에 의해 구성되어 있다. 기억부(90)에 대한 정보의 쓰기 및 읽기는 제어부(30)에 의해 제어된다.
- [0057] 여기에서, 밸브 바디부(21)의 열림 정도란, 밸브 바디부(21)를 밸브 구멍(62)에 접촉하게 하여 전체 열림 상태로 한 경우를 0%로 하고, 밸브 바디부(21)를 밸브 구멍(62)에서 멀어지게 한 경우를 100%로 하는 비율을 말한다. 밸브 바디부(21)를 밸브 구멍(62)에서 멀어지게 함에 따라 밸브 바디부(21)의 열림 정도는 0%에서 100%를 향해 점진적으로 증가한다.
- [0058] 통신부(95)는, 외부 장치(300)와 케이블(통신선)(200)을 통해 접속되어 있으며, 제어부(30)와 외부 장치(300) 사이에서 데이터의 송수신을 하는 장치이다.
- [0059] 통신부(95)는, 제어부(30)가 얻은 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량(실유량), 전동 구동부(22)가 진퇴시키는 밸브 바디부(21)의 위치로부터 얻어지는 밸브 바디부(21)의 열림 정도, 및 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력을 실시간으로 송신 가능하다. 또한, 통신부(95)는 제어부(30)에 의해 기억부(90)에서 읽어낸 정보를 송신할 수 있다.
- [0060] 이하, 도 7 및 도 8을 참조하여 외부 장치(300)의 표시부(미도시)에 표시되는 화면에 대해 설명한다.
- [0061] 도 7에 도시한 바와 같이, 외부 장치(300)의 표시부에 표시되는 화면에서, 수치란(701)에는 제어부(30)가 얻은 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량(실유량; Current flow rate)이 표시된다. 또한, 수치란(702)에는 미리 외부 장치(300)의 조작자에 의해 설정된 목표 유량의 설정값(Target flow rate)이 표시된다. 또한, 수치란(703)에는 전동 구동부(22)가 진퇴시키는 밸브 바디부(21)의 위치로부터 얻어진 밸브 바디부(21)의 열림 정도(Valve Opening)가 표시된다.
- [0062] 또한, 도 7에 도시된 바와 같이, 외부 장치(300)의 표시부에 표시되는 화면에서, 문자란(704)에는 제어부(30)가

유량 조정부(20)를 제어하고 있는 제어 상태(Control) 또는 제어하고 있지 않는 정지 상태(Stop) 중 어느 하나의 문자가 표시된다.

- [0063] 도 7에 도시된 표시 화면에서 버튼(705)이 마우스 등의 입력 디바이스에 의해 입력된 경우에 문자란(704)에 'Control'로 표시되고, 버튼(706)이 입력된 경우에 문자란(704)에 'Stop'으로 표시된다.
- [0064] 외부 장치(300)는 버튼(705)이 입력된 경우에, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 수치란(702)에 표시된 목표 유량의 설정값과 일치하도록 제어부(30)를 동작시키기 위한 제어 개시 신호를 유량 조정 장치(100)의 통신부(95)로 송신한다. 유량 조정 장치(100)의 제어부(30)는 통신부(95)가 제어 개시 신호를 수신한 경우에, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 수치란(702)에 표시된 목표 유량의 설정값과 일치하도록 유량 조정부(20)를 제어한다.
- [0065] 또한, 외부 장치(300)는 버튼(706)이 입력된 경우에, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 제로가 되도록 제어부(30)를 동작시키기 위한 제어 정지 신호를 유성 조정장치(100)의 통신부(95)로 송신한다. 유량 조정 장치(100)의 제어부(30)는 통신부(95)가 제어 정지 신호를 수신한 경우에, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 제로가 되도록 유량 조정부(20)를 제어한다.
- [0066] 도 7에 도시된 체크 박스(707)는, 수치란(702)에 표시되는 목표 유량의 설정값을 설정하기 위한 체크 박스이다. 도 7에 도시된 표시 화면에서 체크 박스(707)가 마우스 등의 입력 디바이스에 의해 입력된 경우에, 별도의 화면(미도시)이 표시되고, 그 화면을 통해 조작자가 목표 유량의 설정값을 입력한다.
- [0067] 도 7에 도시된 체크 박스(708)는 데이터 로그 기능(Data logger function)을 설정하기 위한 체크 박스이다. 도 7에 도시된 표시 화면에서 체크 박스(708)에서 마우스 등의 입력 디바이스에 의해 입력된 경우에, 도 8에 도시된 별도의 화면이 표시되고, 그 화면을 통해 데이터 로그 기능이 설정된다.
- [0068] 도 8에 도시된 화면에서, 란(801)은 수동 데이터 로그 기능(Manual data logger function)을 설정하는 영역이며, 란(802)은 자동 데이터 로그 기능(Auto data logger function)을 설정하는 영역이다.
- [0069] 수동 데이터 로그 기능이란, 외부 장치(300)가 케이블(200)을 통해 유량 조정 장치(100)로부터 수신하는 정보를 외부 장치(300)의 기억부(미도시)에 기억하는 기능이다. 한편, 자동 데이터 로그 기능이란, 유량 조정 장치(100)가 포함하는 기억부(90)에 정보를 기억하는 기능이다. 유량 조정 장치(100)는 케이블(200)을 통해 외부 장치(300)가 접속되어 있지 않은 경우라도, 자동 데이터 로그 기능을 실행하여 기억부(90)에 정보를 기억할 수 있다.
- [0070] 수동 데이터 로그 기능을 설정하는 란(801)에서, 문자란(803)은 외부 장치(300)가 포함하는 기억부(미도시)의 어느 영역에 정보를 기억할지를 선택하기 위한 기억처의 정보를 입력하는 란이다.
- [0071] 또한, 란(801)에서 버튼(804)은 수동 데이터 로그 기능의 실행을 개시하기 위한 버튼이며, 버튼(805)은 수동 데이터 로그 기능의 실행을 정지하기 위한 버튼이다. 도 8에서는, 버튼(805)이 선택된 상태로 되어 있다.
- [0072] 수동 데이터 로그 기능을 설정하는 란(801)에서, 수치란(806)은 수동 데이터 로그 기능을 통해 유량 조정 장치(100)에서 취득하여 기억하는 샘플링 주기를 입력하는 란이다. 또한, 수치란(807)은 수동 데이터 로그 기능을 통해 유량 조정 장치(100)에서 취득하여 기억하는 기간을 입력하는 란이다.
- [0073] 외부 장치(300)는 수동 데이터 로그 기능이 실행되는 경우, 수치란(806)에 입력되는 샘플링 주기로 유량 조정 장치(100)에서 정보를 취득하고, 수치란(807)에 입력되는 기간에 걸쳐 유량 조정 장치(100)에서 취득한 정보를 문자란(803)에 입력된 기억처에 기억한다.
- [0074] 자동 데이터 로그 기능을 설정하는 란(802)에서, 버튼(808)은 자동 데이터 로그 기능의 실행을 개시하기 위한 버튼이며, 버튼(809)은 자동 데이터 로그 기능의 실행을 정지하기 위한 버튼이다. 도 8에서, 버튼(809)이 선택된 상태로 되어 있다.
- [0075] 자동 데이터 로그 기능을 설정하는 란(802)에서, 수치란(801)은 수동 데이터 로그 기능을 통해 유량 조정 장치(10)가 기억부(90)에 정보를 기억하는 샘플링 주기를 입력하는 란이다.
- [0076] 외부 장치(300)는 버튼(808)이 입력된 경우, 자동 데이터 로그 기능을 유량 조정 장치(100)에 실행시키기 위한 제어 신호를 통신부(95)로 송신한다. 유량 조정 장치(100)의 제어부(30)는 통신부(95)가 자동 데이터 로그 기능을 실행시키기 위한 제어 신호를 수신한 경우, 수치란(806)에 입력되는 샘플링 주기로 정보를 기억하도록 기억부(90)를 제어한다.

- [0077] 이하, 외부 장치(300)의 조작자에 의해 자동 데이터 로그 기능을 유량 조정 장치(100)에 실행시키는 지시가 이루어진 경우에, 유량 조정 장치(100)가 실행하는 자동 데이터 로그 기능의 처리에 대해 설명한다.
- [0078] 도 9에 도시된 처리는, 제어부(30)가 ROM(미도시) 등에 기억된 프로그램을 읽어 내고 실행함으로써 수행되는 처리이다.
- [0079] 도 8에 도시된 표시 화면에서 버튼(808)이 입력된 경우, 외부 장치(300)는 자동 데이터 로그 기능을 유량 조정 장치(100)에 실행시키기 위한 제어 신호를 통신부(95)로 송신한다. 또한, 외부 장치(300)는 목표 유량의 설정값과 수치란(810)에 입력된 샘플링 주기를 통신부(95)로 송신한다.
- [0080] 또한, 외부 장치(300)는 표시부에 표시되는 자동 데이터 로그 기능을 설정하는 란(802)에서, 버튼(809)이 입력된 경우에, 자동 데이터 로그 기능의 실행을 정지시키는 제어 신호를 유량 조정 장치(100)에 송신한다.
- [0081] 도 9에 도시된 단계(S901)에서, 제어부(30)는 자동 데이터 로그 기능이 ON 상태인지를 판정하고, ON 상태라면 단계(S902)로 처리를 진행한다. 제어부(30)는 OFF 상태라고 판정한 경우는 도 9에 도시된 처리를 일단 종료시키고 재차 도 9에 도시된 처리를 개시한다. 제어부(30)는 통신부(95)가 외부 장치(300)로부터 자동 데이터 로그 기능을 유량 조정 장치(100)에 실행시키기 위한 제어 신호를 수신한 경우에 자동 데이터 로그 기능이 ON 상태라고 판정한다.
- [0082] 단계(S902)에서 제어부(30)는 통신부(95)가 외부 장치(300)로부터 수신한 샘플링 주기가 경과했는지 여부를 판정하고, YES라면 단계(S903)로 처리를 진행한다. 제어부(30)는 샘플링 주기가 경과하지 않았다고 판정한 경우는 도 9에 도시된 처리를 일단 종료시키고 재차 도 9에 도시된 처리를 개시한다.
- [0083] 또한, 샘플링 주기를 계시하는 타이머(미도시)는 도 9에 도시된 처리와는 별개로 샘플링 주기의 계시를 수행한다. 타이머는 단계(S902)에서 YES라고 판정된 경우에 계시하는 시간을 제로로 초기화하여 재차 샘플링 주기의 계시를 수행한다.
- [0084] 제어부(30)는 자동 데이터 로그 기능이 ON 상태이고, 또한, 샘플링 주기가 경과한 경우에 아래의 단계(S903)~단계(S907)에 나타난 자동 데이터 로그 기능을 실행한다.
- [0085] 제어부(30)는 단계(S903)에서 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력을 취득하고, 단계(S904)에서 수신 후의 목표 유량의 설정값을 취득하고, 단계(S905)에서 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량을 취득하고, 단계(S906)에서 밸브 바디부(21)의 밸브 열림 정도를 취득한다.
- [0086] 단계(S907)에서 제어부(30)는 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 유체의 유량, 및 밸브 바디부(21)의 밸브 열림 정도를 대응시킨 정보를 기억부(90)에 기억시키고, 도 9에 도시된 처리를 종료한다.
- [0087] 이상의 도 9의 흐름도의 설명에서, 외부 장치(300)로부터 목표 유량의 설정값이 송신되고, 유량 조정 장치(100)가 목표 유량의 설정값을 기억부(90)에 기억시키는 것으로 하였으나, 다른 양태일 수 있다. 예컨대, 외부 장치(300)로부터 목표 유량의 설정값이 송신되지 않는 경우라도, 자동 데이터 로그 기능을 실행시키기 위한 제어 신호를 유량 조정 장치(100)가 수신한 경우에는 자동 데이터 로그 기능을 실행하도록 할 수 있다. 이 경우, 유량 조정 장치(100)는 유체의 압력, 유체의 유량, 밸브 바디부(21)의 밸브 열림 정도를 각각 취득하고, 기억부(90)에 기억시킨다. 또한, 외부 장치(300)로부터 목표 유량의 설정값이 송신되지 않는 경우라도 유량 조정 장치(100)는 목표 유량의 설정값을 기억부(90)에 기억시킨다. 이 경우, 기억부(90)에 기억시킨 목표 유량의 설정값은 0(제로)이다.
- [0088] 이하, 도 10을 참조하여 자동 데이터 로그 기능에 의해 기억부(90)에 기억된 정보를 외부 장치(300)로 송신하고, 그 이후에 소거하는 처리에 대해 설명한다. 도 10에 도시된 처리는 제어부(30)가 ROM(미도시) 등에 기억된 프로그램을 읽어내고 실행함으로써 수행되는 처리이다.
- [0089] 단계(S1001)에서, 제어부(30)는 통신부(95)가 외부 장치(300)로부터 기억부(90)에 기억된 정보의 송신 요구를 수신했는지를 판정하고, YES라면 단계(S1002)로 처리를 진행한다.
- [0090] 단계(S1002)에서, 제어부(30)는 기억부(90)에 기억된 정보를 외부 장치(200)로 송신하도록 통신부(95)를 제어한다. 여기에서, 기억부(90)에 기억된 정보란, 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 유체의 유량, 및 밸브 바디부(21)의 밸브 열림 정도를 대응시킨 정보이다. 외부 장치(300)는 통신부(95)에 의해 송신된 정보를 수신하고, 수신이 확인된 수신 후의 정보를 소거하기 위한 소거 지시를 유량 조정 장치(100)의 통신부(95)로 송신한다.

- [0091] 단계(S1003)에서, 제어부(30)는 외부 장치(300)로부터 송신되는 소거 지시 수신 여부를 판정하고, YES라면 단계(S1004)로 처리를 진행한다.
- [0092] 단계(S1004)에서, 제어부(30)는 외부 장치(300)로부터 송신되는 소거 지시에 의해 특정되는 송신 완료된 정보를 기억부(90)에서 소거하도록 제어한다.
- [0093] 제어부(30)는 단계(S1001) 및 단계(S1003)에서 NO라고 판정된 경우, 도 10에 도시된 처리를 일단 종료시키고 재차 도 10에 도시된 처리를 개시한다.
- [0094] 도 10에 도시된 처리를 실행함으로써, 자동 데이터 로그 기능에 의해 기억부(90)에 기억된 정보를 외부 장치(300)로 송신할 수 있다. 유량 조정 장치(100)로부터 정보를 수신한 외부 장치(300)의 조작자는 수신한 정보를 해석함으로써, 유량 조정 장치(100)에서 발생한 이상이 어떠한 이상이었는지를 판별할 수 있다.
- [0095] 이하, 유량 조정 장치(100)가 이상 상태를 판정하여 통보하는 처리에 대해 설명한다. 도 11에 도시된 처리는 제어부(30)가 ROM(미도시) 등에 기억된 프로그램을 읽어 내고 실행함으로써 수행되는 처리이다.
- [0096] 제어부(30)는 단계(S1101)에서 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력을 취득하고, 단계(S1102)에서 목표 유량의 설정값을 취득하고, 단계(S1103)에서 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량을 취득하고, 단계(S1104)에서 밸브 바디부(21)의 밸브 열림 정도를 취득한다.
- [0097] 제어부(30)는 단계(S1102)에서 취득한 목표 유량의 설정값을 설정하고, 유량 조정부(20)에 의한 유량 조정을 개시한다.
- [0098] 단계(S1105)에서, 제어부(30)는 취득한 유체의 압력이 소정의 이상 상태에 있는지를 판정하고, NO라면 단계(S1106)로 처리를 진행하고, YES라면 단계(S1108)로 처리를 진행한다.
- [0099] 단계(S1105)의 판정에서, 소정의 이상 상태란, 취득한 유체의 압력이 미리 정한 제1 소정 압력 이하(예를 들면, 10kPa 이하)로 유지되는 상태, 취득한 유체의 압력이 미리 정한 제2 소정 압력 이상(예를 들면, 5000kPa 이상)으로 유지되는 상태, 또는 취득한 압력의 단위시간(예를 들면, 0.5~1.0초)당 변동량이 소정량(예를 들면, 50kPa)을 초과한 상태를 말한다.
- [0100] 취득한 유체의 압력이 제2 소정 압력 이상으로 유지되는 상태에서는, 유량 조정부(20)에 의한 유량 조정을 적절히 수행할 수 없는 상태가 된다. 이 경우, 예를 들어 목표 유량을 0으로 하고, 밸브 바디부(21)를 닫힘 상태로 하려고 해도 높은 압력의 유체로 인해 밸브 바디부(21)가 닫힘 상태가 되지 않는다.
- [0101] 또한, 취득한 압력의 단위 시간의 변동량이 소정량을 초과한 상태란, 예를 들어 압력이 급격하게 상승하는 오버 슈트 상태나 압력이 급격하게 하강하는 언더 슈트 상태, 또는 압력 변동이 주기적으로 반복되는 맥동 상태를 말한다.
- [0102] 단계(S1106)에서, 제어부(30)는 초음파 유량 계측부(10)가 소정의 이상 상태인지를 판정하고, NO라면 단계(S1107)로 처리를 진행하고 YES라면 단계(S1108)로 처리를 진행한다.
- [0103] 단계(S1106)의 판정에서, 소정의 이상 상태란 예를 들어, 단계(S1104)에서 취득하는 밸브 바디부(21)의 열림 정도가 열림 상태인 것을 나타내고 있음에도 불구하고 단계(S1102)에서 취득하는 유체의 유량이 제로가 되는 상태를 말한다.
- [0104] 단계(S1107)에서, 제어부(30)는 유량 조정부(20)가 소정의 이상 상태인지를 판정하고, NO라면 본 흐름도의 처리를 종료하고, YES라면 단계(S1108)로 처리를 진행한다.
- [0105] 단계(S1107)의 판정에서, 소정의 이상 상태란 예를 들면, 단계(S1102)에서 취득한 목표 유량의 설정값과 단계(S1103)에서 취득한 유체의 유량에 일정량 이상의 차이가 있음에도 불구하고 단계(S1104)에서 취득하는 밸브 바디부(21)의 열림 정도가 일정한 채로 변화하지 않는 상태를 말한다.
- [0106] 단계(S1108)에서, 제어부(30)는 단계(S1105)에서 유체의 압력이 소정의 이상 상태에 있다고 판정된 경우에, 그 소정의 이상 상태를 통보한다. 또한, 제어부(30)는 단계(S1106)에서 초음파 유량 계측부(10)가 소정의 이상 상태에 있다고 판정된 경우에, 그 소정의 이상 상태를 통보한다. 또한, 제어부(30)는 단계(S1107)에서 유량 조정부(20)가 소정의 이상 상태에 있다고 판정된 경우에 그 이상 상태를 통보한다.
- [0107] 제어부(30)에 의한 이상 상태의 통보는 각 이상 상태에 따른 정보를 유량 조정 장치(100)가 포함하는 표시부(미도시)에 표시하는 방법이나, 각 이상 상태에 따른 경고를 부저(미도시)에 의해 통보하는 방법, 또는 각 이상

상태에 따른 광원(미도시)의 점멸 상태에 의해 통보하는 방법 등으로 수행된다.

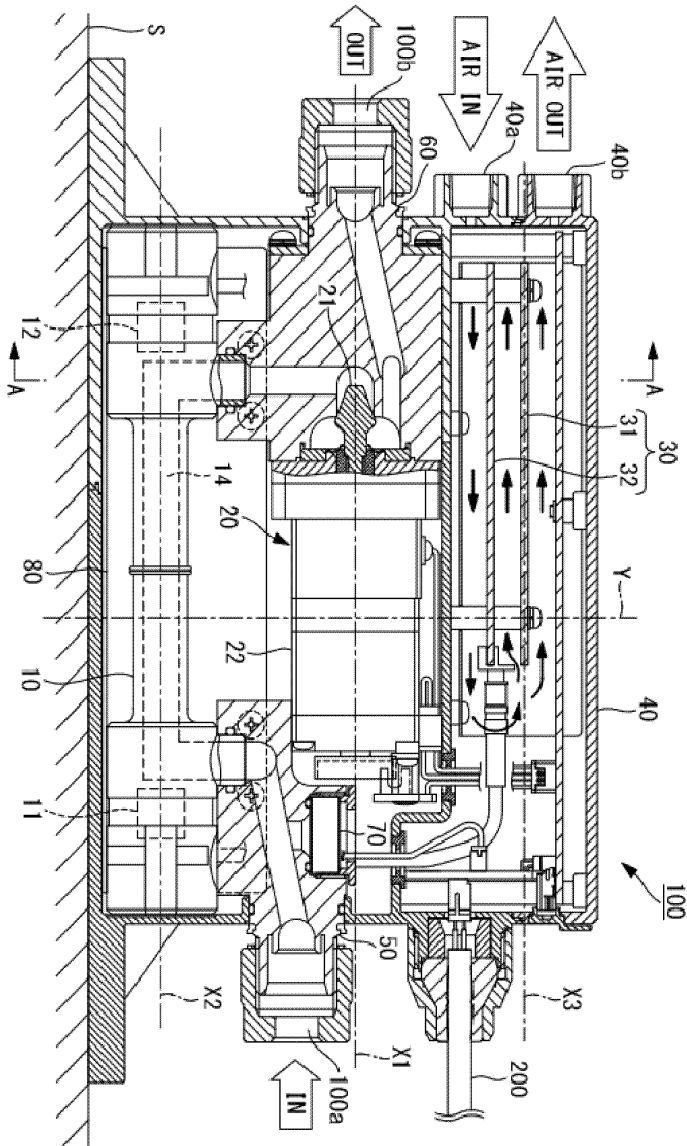
- [0108] 이하, 도 12부터 도 15를 참조하여, 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량(실유량), 밸브 바디부(21)의 열림 정도의 구체예에 대해 설명한다.
- [0109] 도 12 및 도 13은 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력이 정상 상태인 경우를 나타내는 예이다. 도 12는 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 계측 유로(14)를 유통하는 유량(실유량)의 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다. 도 13은 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력과 밸브 바디부(21)의 열림 정도의 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0110] 한편, 도 14 및 도 15는 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력이 소정의 이상 상태인 경우를 나타내는 예이다. 도 14는 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력, 목표 유량의 설정값, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량(실유량)의 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다. 도 15는 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력과 밸브 바디부(21)의 열림 정도의 경과 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0111] 도 12와 도 14를 대비하면, 도 12 및 도 14의 양쪽 모두에서도 목표 유량의 설정값이 경과 시간 5초 근방에서 0[mL/min]에서 100[mL/min]으로 상승하고, 그 후 경과 시간 23초 근방에서 100[mL/min]에서 0[mL/min]으로 하강하고 있다. 이는 제어부(30)가 경과 시간 5초 근방부터 경과 시간 23초 근방까지의 기간에서 목표 유량의 설정값을 100[mL/min]으로 하여 유량 조정부(20)를 제어하고 있는 것을 나타낸다.
- [0112] 한편, 도 12에서는 경과 시간 5초 근방에서 목표 유량의 설정값 상승에 동기화하여 유체의 압력이 0[kPa(G)]부터 200[kPa(G)]까지 상승하는데 반해, 도 14에서는 경과 시간 5초부터 약 2초 늦은 타이밍으로 목표 유량의 설정값 상승에 동기화하지 않고 유체의 압력이 0[kPa(G)]부터 200[kPa(G)]까지 상승하고 있다. 여기에서, G는 대기압을 기준으로 한 게이지압이라는 것을 나타낸다.
- [0113] 이는 유입 포트(100a)에 대한 유체의 공급이 목표 유량의 설정값을 상승시킨 타이밍에서 2초 지연된 것을 나타낸다. 도 14 및 도 15에 도시된 소정의 이상 상태란, 제어부(30)가 목표 유량의 설정값에 근거한 유량 조정부(20)의 제어를 개시한 경우에 압력 센서(70)가 측정하는 압력이 소정 압력 이하에서 유지되는 상태를 말한다.
- [0114] 도 12에 도시한 바와 같이, 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력이 정상 상태인 경우, 목표 유량의 설정값인 100[mL/min]이 설정되면, 이에 따라 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 증가하고, 약 2초 후에는 목표 유량의 설정값인 100[mL/min]가 유지되는 상태가 된다. 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 증가하는 것은 도 13에 도시된 바와 같이 목표 유량의 설정값이 100[mL/min]에 설정되면, 실유량과의 차분을 감소시키기 위해 밸브 바디부(21)의 열림 정도가 증가하기 때문이다.
- [0115] 한편, 도 14에 도시된 바와 같이, 압력 센서(70)가 측정하는 유체의 압력이 소정의 이상 상태인 경우, 목표 유량의 설정값인 100[mL/min]가 설정되더라도, 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 증가하지 않고 약 2초 후까지 0[mL/min]로 유지된다. 이는 유입 포트(100a)에 대한 유체의 공급이 목표 유량의 설정값을 상승시킨 타이밍에서 약 2초 지연되었기 때문이다. 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량은 경과 시간 7초 근방을 경과한 후에 목표 유량의 설정값인 100[mL/min]의 약 3배까지 급상승하고, 그 후에 5초 정도의 기간으로 유량의 증감을 반복한 후에 목표 유량의 설정값에 유지된 상태가 된다.
- [0116] 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량이 경과 시간 7초 근방을 경과한 후에 급상승하고 있는 것은 도 15에 도시된 바와 같이, 경과 시간 7초 근방을 경과하는 시점에서 밸브 바디부(21)의 열림 정도가 30% 이상이 되었기 때문이다. 밸브 바디부(21)의 열림 정도가 30% 이상이 되는 것은 경과 시간이 약 5초를 경과한 시점에서 목표 유량의 설정값이 100[mL/min]에 설정되지만, 실유량이 0[mL/min]으로 유지되기 때문에, 실유량과의 차분을 감소시키기 위해 밸브 바디부(21)의 열림 정도를 증가시켜 버리기 때문이다.
- [0117] 이상의 도 12 내지 도 15에 도시된 예에 따르면, 유체의 유량, 목표 유량의 설정값, 밸브 바디부의 열림 정도와 더불어, 또한, 유체의 압력을 대응시킨 정보를 해석함으로써, 유량 조정 장치(100)에서 발생한 이상이, 유체의 압력이 소정의 이상 상태이기 때문에 발생했는지, 초음파 유량 계측부(10)나 유량 조정부(20)가 소정의 이상 상태이기 때문에 발생했는지를 해석할 수 있다.
- [0118] 본 실시 형태에서, 유량 조정 장치(100)가 기억부(90)에 기억한 정보를 외부 장치(300)로 송신함으로써, 외부 장치(300)의 조작자가 정보를 참조하여 이상 상태를 해석할 수 있다. 또한, 유량 조정 장치(100)가 스스로 이상 상태의 판정을 수행함으로써, 이상 상태를 유량 조정 장치(100)의 조작자에게 통보하는 것도 가능하다.

- [0119] 이상에서 설명한 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)가 나타내는 작용 및 효과에 대해 설명한다.
- [0120] 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)에 의하면, 직관형 계측 유로(14)를 유통하는 유체의 유량을 얻기 위해 초음파 유량 계측부(10)가 한 쌍의 진동자(11,12)가 발신하는 초음파 전파 시간차를 계측할 때에, 압력 센서(70)에 의해 계측 유로(14)의 상류측에 유입하는 유체의 압력이 측정된다. 압력 센서(70)에 의해 측정된 압력은 제어부(30)가 유량 조정부(20)를 제어하는 경우에, 초음파 유량 계측부(10)가 계측하는 전파 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량 및 미리 설정된 설정값과 대응시킨 정보로서 기억부(90)에 기억된다.
- [0121] 유량 조정 장치(100)에 목표 유량의 설정값을 설정하더라도 초음파 유량 계측부(10)가 계측하는 전파 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 변화하지 않는 등의 이상이 발생한 경우, 기억부(90)에 기억된 정보를 외부 장치(300)에서 참조함으로써, 그 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지, 유량 조정 장치(100) 자체의 이상인지를 판별할 수 있다.
- [0122] 예를 들어, 유입 포트(100a)로 유체가 유입되지 않는 경우, 전파 시간차로부터 얻어진 유체의 유량이 제로가 된 때에, 계측 유로(14)에 유체가 유도되지 않고 대기압 상태로 유지된 것을 기억부에 기억된 정보로부터 인식할 수 있다. 이 경우, 초음파 유량 계측부(10)가 계측하는 전파 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 제로가 된 요인이 계측 유로(14)에 유체가 유도되지 않고 대기압 상태로 유지된 것이라는 유체의 압력에 기인하는 이상이었다고 판별할 수 있다.
- [0123] 이렇게 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)에 의하면, 직관형 계측 유로(14)를 가지는 초음파 유량 계측부(10)에 의한 유량의 계측과 그 계측 결과에 근거한 유량의 조정을 가능하게 하면서, 유체의 압력에 기인하는 이상을 판별할 수 있다.
- [0124] 또한, 본 실시 형태의 유량 조정 장치에서, 유량 조정부(20)는 유출 포트(100b)로 유체를 유도하는 유출측 유로부(60)에 형성되는 밸브 구멍(62)에 삽입되는 밸브 바디부(21), 및 밸브 바디부(21)를 밸브 구멍(62)의 중심축(축선 X1)을 따라 진퇴시키는 전동 구동부(22)를 가진다. 또한, 기억부(90)는 제어부(30)가 유량 조정부(20)를 제어하는 경우에 전동 구동부(22)가 진퇴시키는 밸브 바디부(21)의 위치에서 얻어지는 밸브 바디부(21)의 열림 정도와 압력 센서(70)가 측정하는 상기 압력을 대응시켜 기억한다.
- [0125] 이를 통해, 유량 조정 장치(100)에 목표 유량의 설정값을 설정하더라도 초음파 유량 계측부(10)가 계측하는 전파 시간차로부터 얻어지는 유체의 유량이 변화하지 않는 한편, 밸브 바디부(21)의 열림 정도가 커지는 등의 이상이 발생한 경우, 기억부(90)에 기억된 정보를 참조함으로써, 그 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지 유량 조정 장치(100) 자체의 이상인지를 판별할 수 있다.
- [0126] 또한, 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)에서, 제어부(30)는 유량 조정부(20)를 제어하는 경우에 압력 센서(70)가 측정하는 압력이 소정의 이상 상태인지를 판별하고, 소정의 이상 상태라고 판별한 경우에 그 이상 상태를 통보한다.
- [0127] 이를 통해, 압력 센서(70)가 측정하는 압력이 소정의 이상 상태인지를 유량 조정 장치(100)의 조작자가 쉽게 인식할 수 있다.
- [0128] 여기에서, 소정의 이상 상태는 압력 센서(70)가 측정하는 압력이 제1 소정 압력 이하에서 유지되는 상태, 압력 센서(70)가 측정하는 압력이 제1 소정 압력보다 높은 제2 소정 압력 이상으로 유지되는 상태, 또는 압력 센서(70)가 측정하는 압력 단위 시간당 변위량이 소정량을 초과하는 상태라고 한다.
- [0129] 또한, 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)는 외부 장치(300)와 케이블(200)을 통해 접속되는 통신부(95)를 가지고, 제어부(30)가 통신부(95)가 외부 장치(300)로부터 정보의 송신 요구를 수신한 경우에, 기억부(90)에 기억된 정보를 외부 장치(300)로 송신하도록 통신부(95)를 억제한다.
- [0130] 이를 통해, 외부 장치(300)의 송신 요구에 따라 기억부(90)에 기억된 정보를 송신하고, 외부 장치(300)에서 정보를 참조함으로써, 발생한 이상이 유체의 압력에 기인하는 이상인지, 유량 조정 장치(100) 자체의 이상인지를 판별할 수 있다.
- [0131] 또한, 본 실시 형태의 유량 조정 장치(100)에서, 제어부(30)는 통신부(95)가 정보를 외부 장치(300)로 송신한 후에 외부 장치(300)로부터 소거 지시를 수신한 경우에, 기억부(90)에 기억된 송신 완료된 정보를 소거하도록 기억부(90)를 제어한다.
- [0132] 이를 통해, 외부 장치(300)에 대한 정보 송신이 완료될 때까지는 기억부(90)에 확실하게 정보를 기억시키면서,

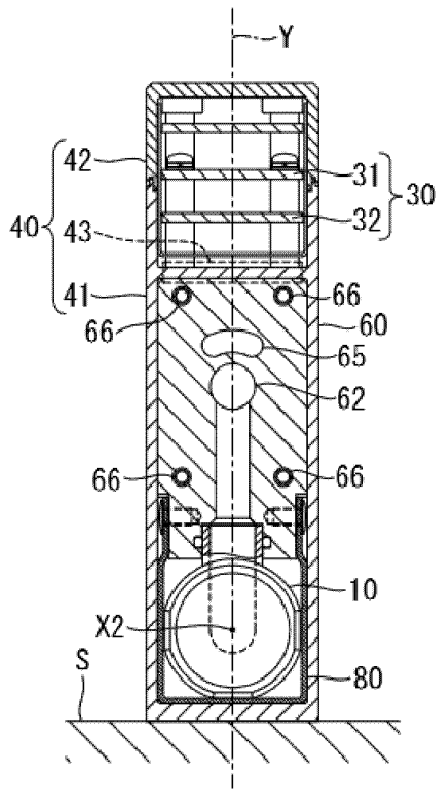
외부 장치(300)에 대한 정보 송신이 완료된 후에 기억부(90)의 정보를 소거하여 정보의 기억에 필요한 영역을 적절하게 확보할 수 있다. 또한, 기억부의 정보를 소거함으로써, 제어부에 의한 제어 내용 등의 중요한 기밀 정보가 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있다.

도면

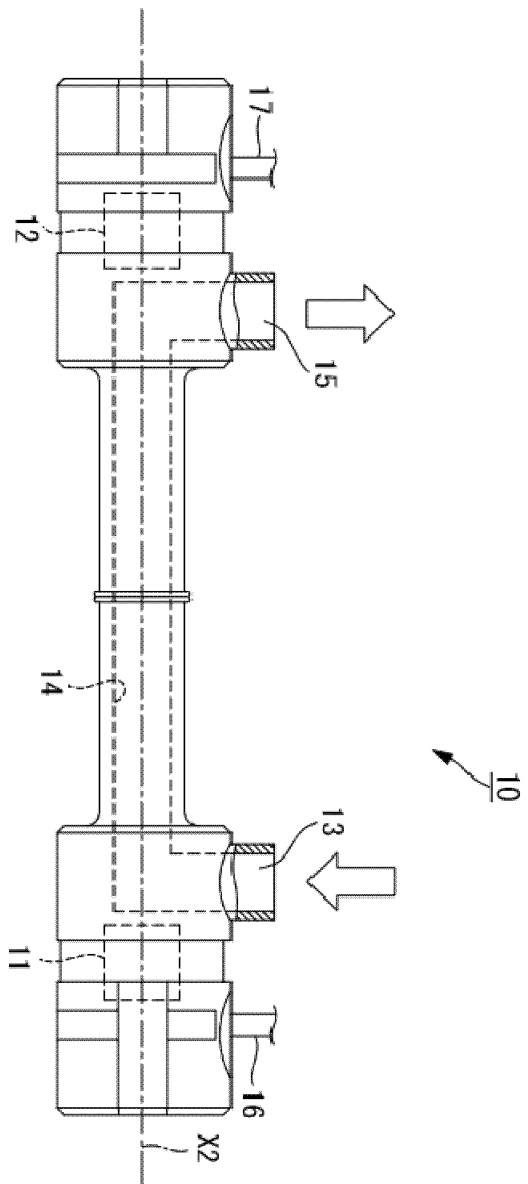
도면1



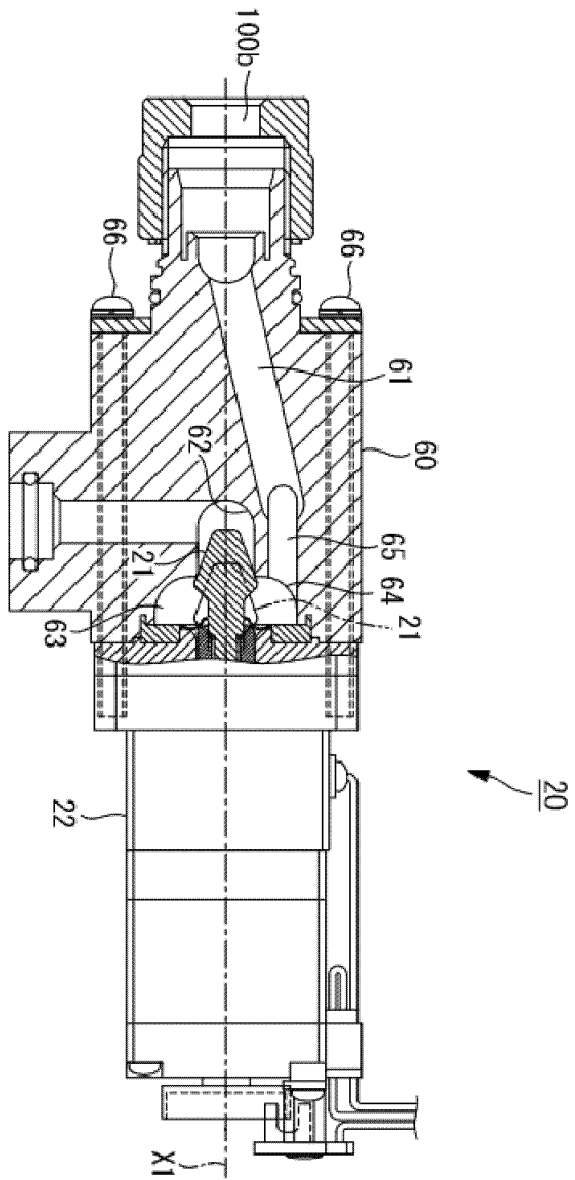
도면2



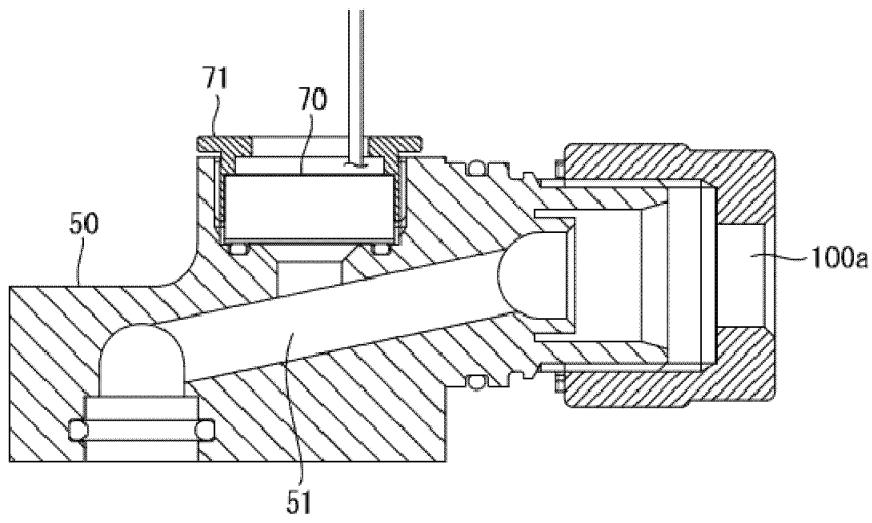
도면3



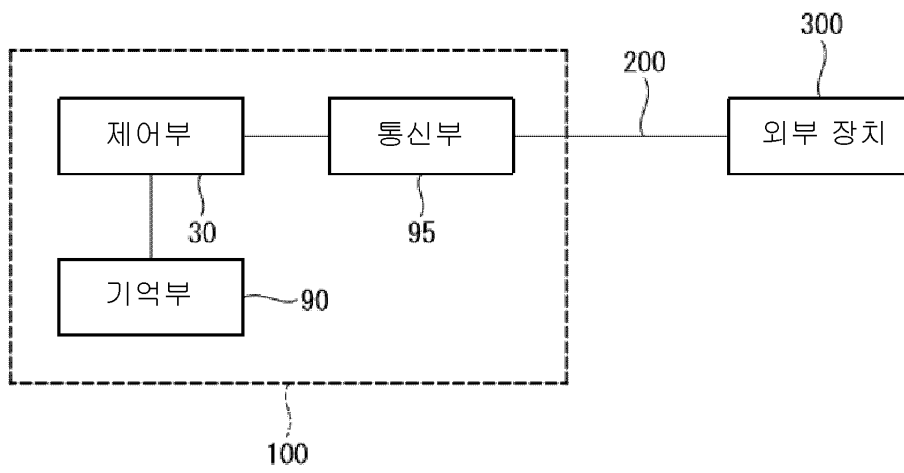
도면4



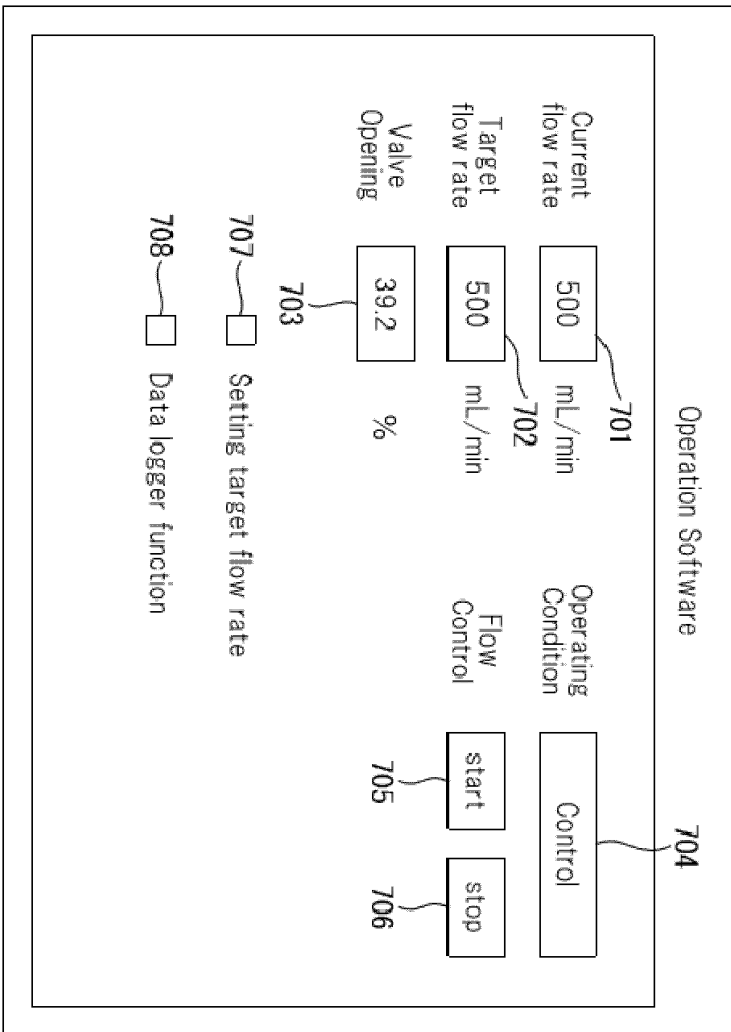
도면5



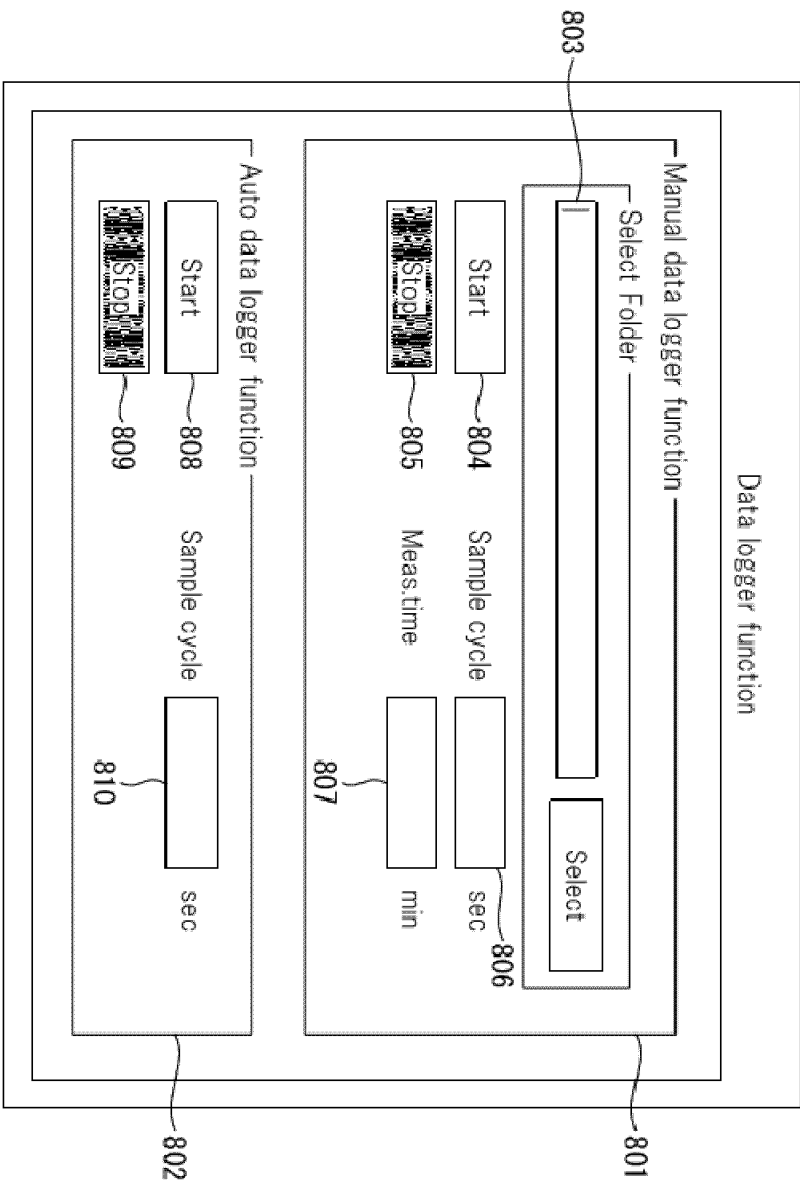
도면6



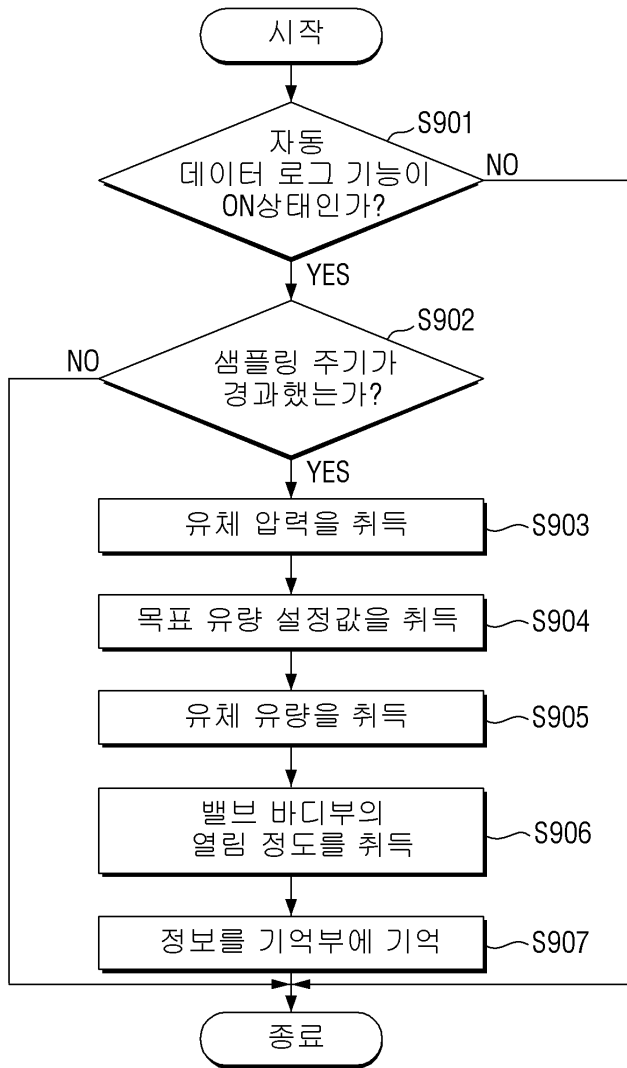
도면7



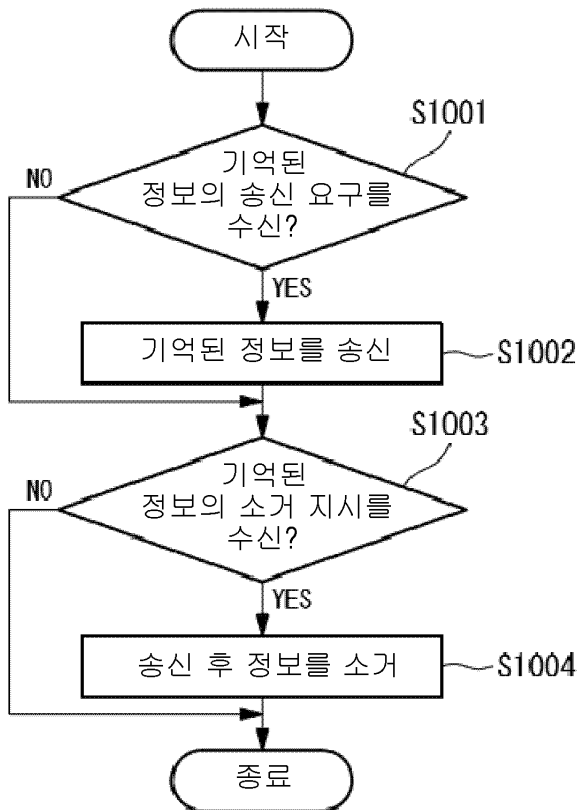
도면8



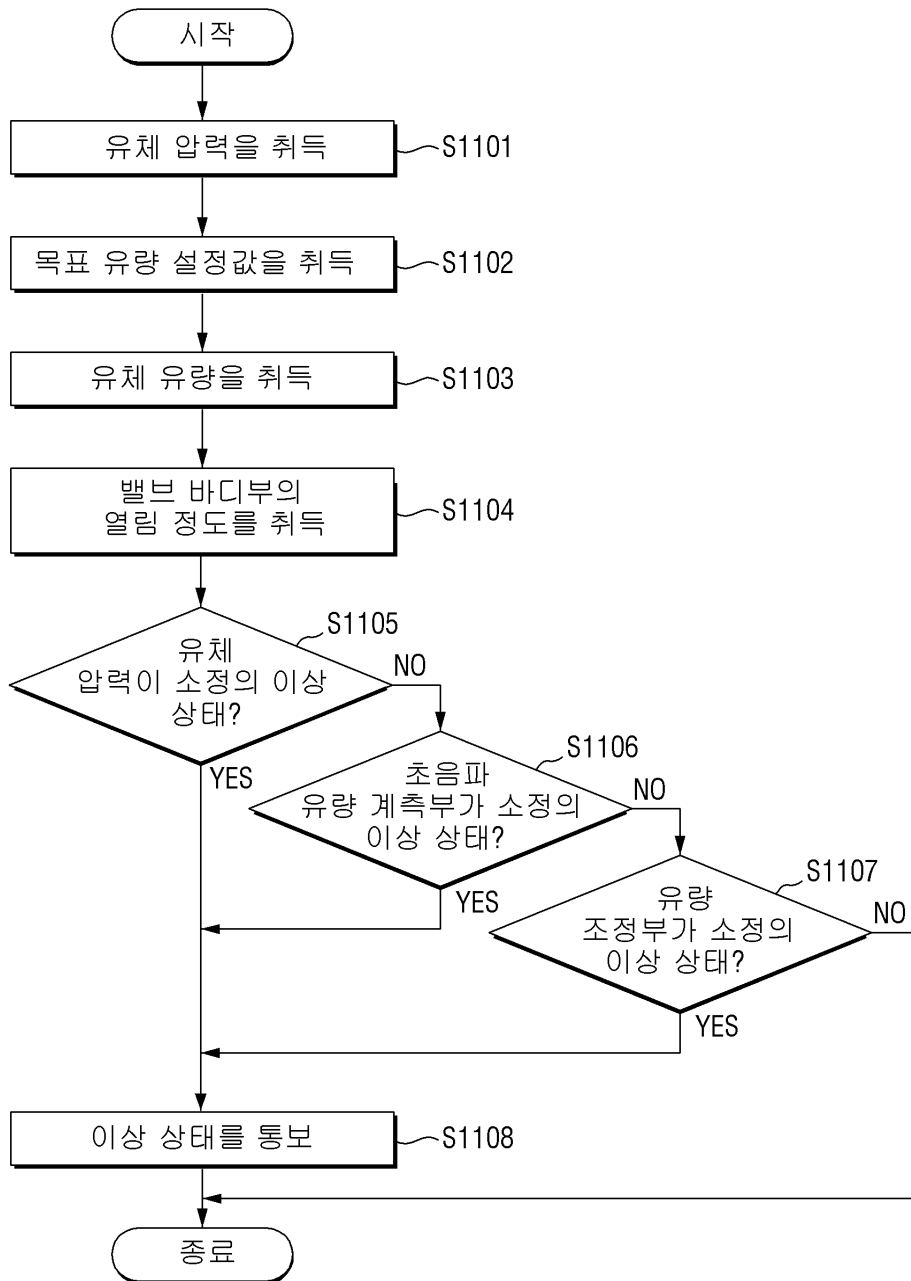
도면9



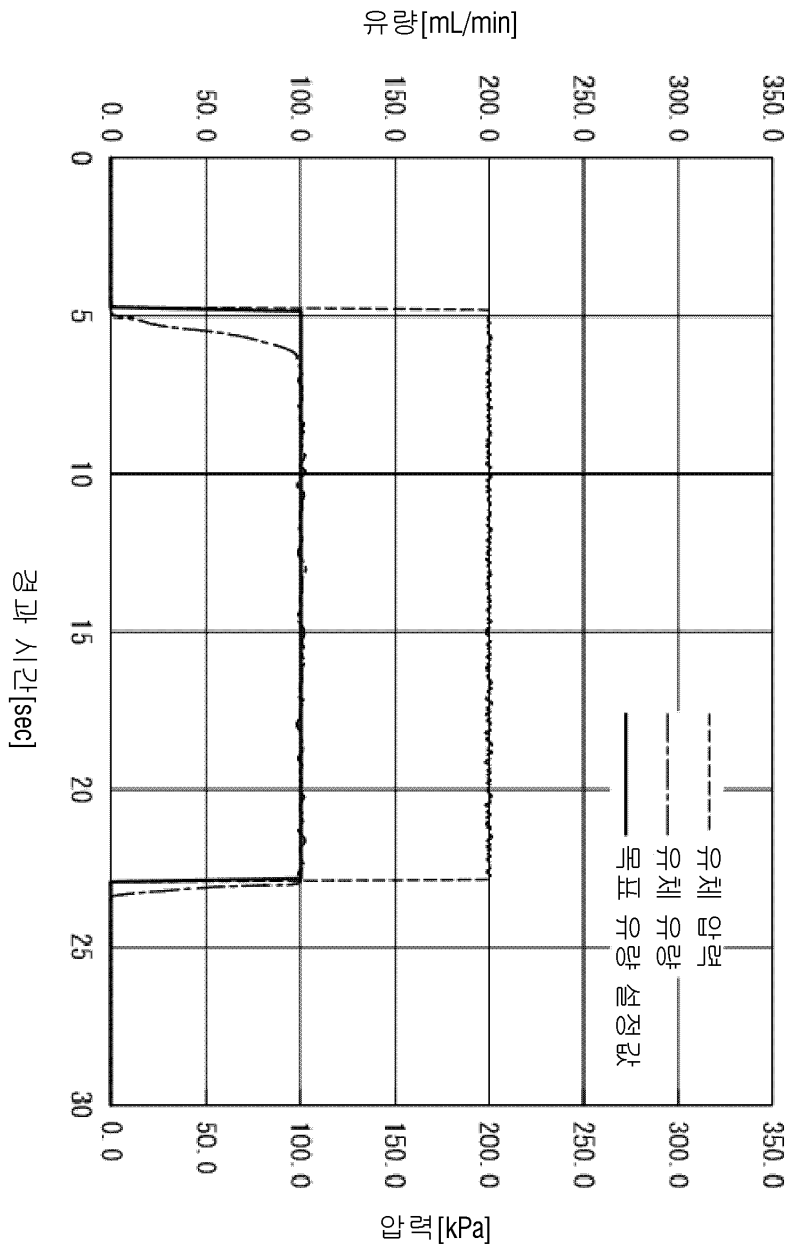
도면10



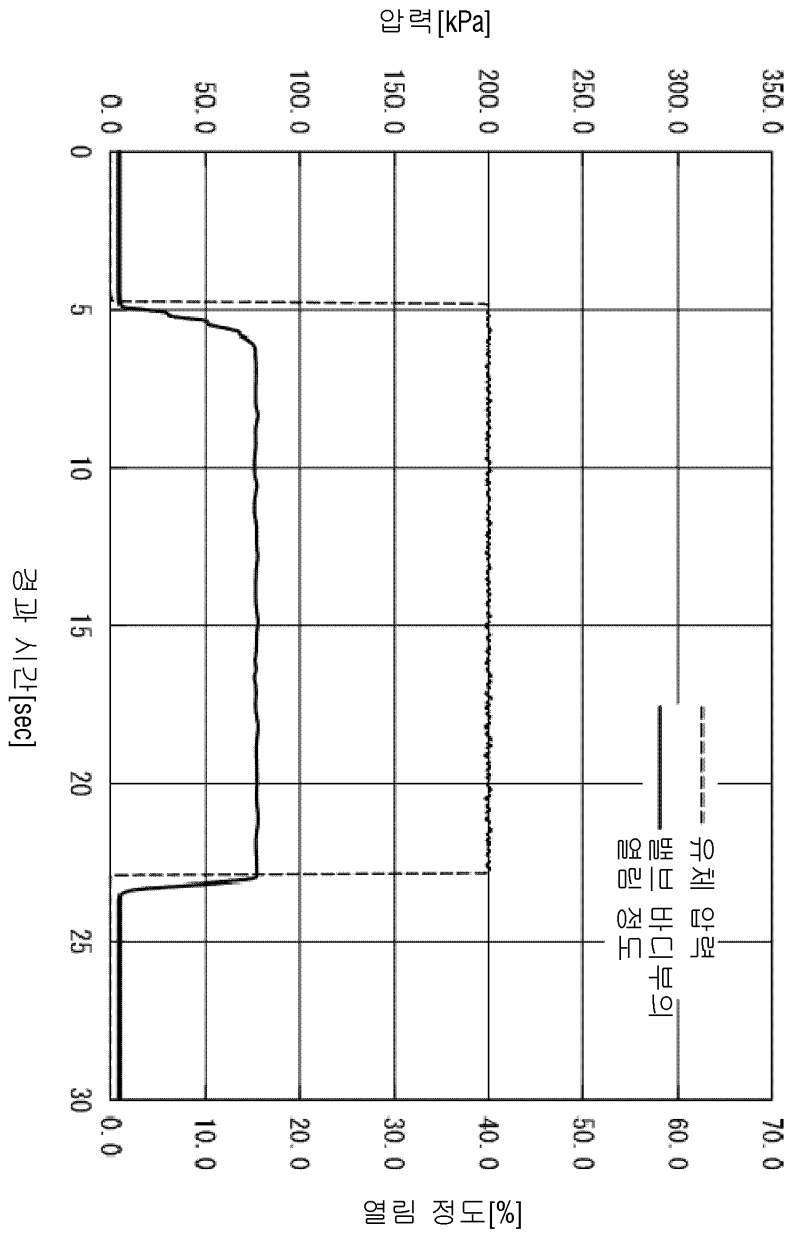
도면11



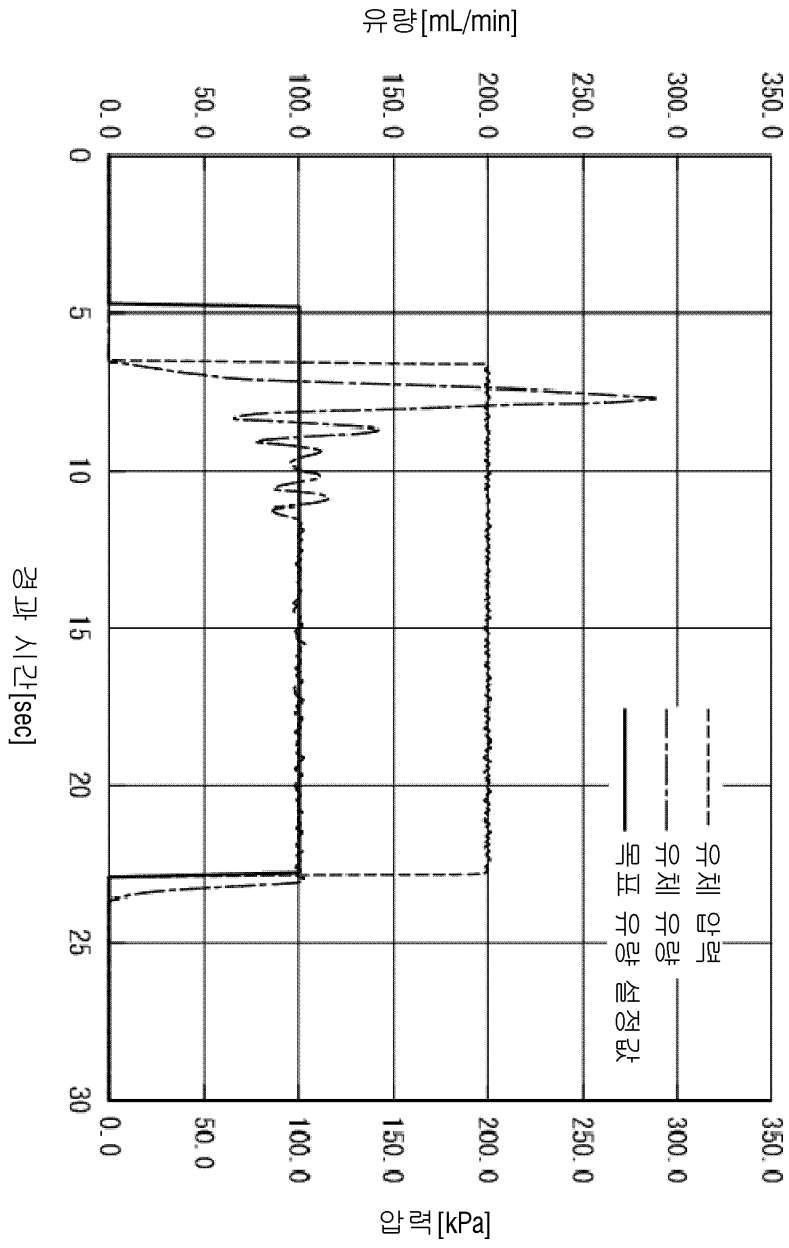
도면12



도면13



도면14



도면15

