

# 【명세서】

## 발명의 명칭

초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치 및 이를 이용한 유체누설 측정방법 {Device and method for measuring fluid leakage rate of a valve using ultrasonic, acoustic and temperature detection system}

## 발명의 상세한 설명

### 기술 분야

본 발명은 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치 및 이를 이용한 유체누설 측정방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 관 또는 밸브 내부에 흐르는 유체의 누설 상태를 신속하고 정확하게 파악하기 위한 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치 및 이를 이용한 유체누설 측정방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

일반적으로 발전소 및 화학플랜트 등 산업설비에는 수많은 밸브가 사용되고 있다. 그중 설비의 안전운전에 큰 영향을 주는 밸브는 동작 건전성 검사 및 밸브 내부 누설검사가 수행되고 있다.

이러한 내부누설은 밀봉 역할을 하는 밸브 시트(seat)면에 이물질 삽입, 빈번한 밸브 개폐에 따른 밸브 내부 부품의 손상, 밸브 몸체와 밸브 시트의 균열, 밸브 스템(stem)의 패킹(packing) 또는 용접부위 결함 및 피로 균열 등에 의해 발생된다. 내부 누설이 발생하면 누설량이 시간이 경과함에 따라 증가하거나, 밸브 입구쪽 압력의 저하 등이 발생하며, 이로 인해 설비나 시스템에서의 냉각기능 상실, 유독물질 또는 방사성 물질의 방출 등 설비 운전에 막대한 손상과 사고를 초래하게 된다. 또한 터빈발전기 설비의 경우 응축수 배수 밸브가 완전히 닫힌 상태에서도 스팀(steam) 또는 물이 흐르게 되고, 이로 인해 터빈으로의 스팀흐름이 감소되어 발전량이 감소되며, 에너지 손실과 콘덴서 부하(Condenser Workload)를 증가시키게 된다. 내부 누설이 되는 밸브를 그대로 방치할 경우에는 밸브 패킹 및 시일의 상태를 더욱 악화시켜 보수작업에 많은 비용이 소요되며 누설 초기에 비해 정비가 어렵게 된다. 발전소의 경우 밸브의 누설이 심하면 발전소의 운전정지로 이어질 수가 있는데, 특히 원자력 발전소에서는 밸브에서 유체가 누설되면 방사선 물질의 유출 또는 오염 등 심각한 문제를 유발할 수도 있다. 이러한 밸브 내부누설을 진단하기 위하여 밸브내부에서 유체가 누설될 시에 그 누설을 측정하기 위해, 밸브 전단의 배관 또는 밸브 후단의 배관에 초음파를 부착하여 유량을 측정하는 초음파 유량계가 널리 사용되고 있다.

이러한 초음파 유량 측정기술은 대한민국 특허 등록번호 10-0495970(명칭: 유량계측장치), 등록번호 10-0664366(명칭: 도플러식 초음파 유량계, 도플러식 초음파 유량계를 이용한 유량 계측 방법과, 이 도플러식 초음파 유량계에 이용하는 유량 계측 프로그램을 이용한 컴퓨터로 판독가능한 기억매체) 등에 잘 나타나 있다.

이러한 초음파 유량계를 이용하여 밸브의 내부 누설량을 측정할 경우 밸브 전단의 응축수가 밸브 후단의 저압부로 누설되면서 고속의 캐비테이션(cavitation) 또는 플래싱(flushing)을 유발하게 되며 이때 소량의 누설은 유량이 제대로 측정되지 않거나 정확도가 현저히 감소하는 문제점을 갖고 있다.

또한 밸브 내부의 미세한 누설을 감지하기 위해 음향센서를 밸브몸체의 외부면에 다수 개 부착하고, 음향센서에서 측정된 신호를 분석 처리하여 사용자에게 모니터링하는 기술이 제시되어 있다.

이러한 기술은 대한민국 특허 등록번호 10-0291674(밸브와 배관의 누설 검출장치 및 방법) 및 대한민국 특허 등록번호 10-08360439(주변 잡음 제거를 위한 밸브 누설 진단장치 및 진단방법)에 잘 나타나 있다.

이러한 음향 센서를 이용한 밸브 누설 감지 기술은 누설 시 발생하는 고유의 누설음을 감지하여 누설 유무만을 확인할 수는 있으나 누설량을 정확하게 측정하는 방법이 제시되어 있지 않다. 즉, 밸브의 내부누설은 여러 가지 환경 요인에 의해 변화될 수 있기 때문에 음향신호만을 이용하여 누설량을 정확하게 측정하는 것이 어렵다. 또한 음향신호는 유체의 누설량이 많을 경우에는 누설량을 정확하게 검출하여 측정하기가 어려우며, 주변 소음의 크기와 주파수에 따라 누설량 측정값에 오차가 발생하는 단점이 있다.

또한 밸브 내부의 누설을 감지하기 위한 목적으로 온도감지 센서를 밸브 전단과 후단에 직접 부착하여 누설을 감지하거나 비접촉식 온도 감지기인 열형광계측기 또는 적외선 온도계 등을 이용하여 누설을 감지하는 방법이 사용되고 있다.

그러나 이러한 온도 센서나 비접촉식 온도감지기를 이용할 경우 누설 유량이 비교적 많을 경우에만 누설 유무만을 확인할 수 있으며 누설량을 측정하기는 어렵다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하고자 하는 것으로, 본 발명의 목적은 초음파, 음향신호 및 온도변화를 이용하여 정량화되고 정확한 내부누설 데이터의 측정이 가능한 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체 누설 측정장치 및 이를 이용한 유체누설 측정방법을 제공하는데 있다.

### 과제 해결수단

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 수단으로,

밸브와 밸브에 연결된 관에서 유체가 유입되는 관의 입구측에 구비되어 초음파를 이용하여 밸브의 유체 누설을 측정하기 위한 초음파 누설측정수단; 밸브의 몸체 중 유체가 유입되는 입구측과 유체가 유출되는 출구측에 각각 구비되어 음향신호를 통해 밸브의 유체 누설을 측정하기 위한 음향 누설측정수단; 및 밸브의 몸체 중 입구측과 출구측에 각각 구비되어 밸브의 온도변화를 측정하기 위한 온도 누설측정수단;을 포함하여 형성된 것이 특징이다.

또한 초음파 누설측정수단은, 관의 내부로 초음파를 송신하고 송신된 초음파를 수신받을 수 있도록 고정수단에 의해 관에 설치되는 송, 수신 초음파 센서; 송, 수신 초음파 센서에서 측정된 신호를 이용하여 유체의 유속이 계산되어 디스플레이되는 초음파 신호 처리부; 및 초음파 신호 처리부에 연결되어 송신된 유체의 유속 데이터가 저장되는 초음파 DB;를 포함하여 형성된 것이 특징이다.

또한 음향 누설측정수단은, 밸브의 입구측과 출구측에 발생하는 음향신호를 각각 측정하기 위한 제 1, 2음향 센서; 제 1, 2음향센서에서 각각 발산된 음향신호를 1차 증폭하고, 증폭된 음향신호를 필터링하여 다시 증폭한 신호를 출력하는 음향 신호 처리부; 및 음향 신호 처리부에서 증폭된 음향신호가 수신되어 저장되는 음향 DB;를 포함하여 형성된 것이 특징이다.

또한 온도 누설측정수단은, 밸브의 입구측과 출구측에 형성되어 밸브의 온도를 측정하기 위한 제 1, 2온도 측정기; 제 1, 2온도측정기에서 측정된 밸브의 온도차를 계산하는 온도 신호 처리부; 온도 신호 처리부에서 계산된 밸브의 온도차를 수신받아 저장하는 온도 DB;를 포함하여 형성된 것이 특징이다.

또한 유체누설 측정장치에는 초음파 DB와 음향 DB 및 온도 DB에서 각각 데이터가 수신되어 저장되는 통합 DB가 더 포함되어 형성된 것이 특징이다.

또한 제 1, 2온도측정기는 온도센서, 적외선 온도계, 메모리 온도계 또는 열화상 카메라인 것이 특징이다.

또한 관 또는 밸브의 일측에 구비되어 누설된 유체의 양을 측정하기 위한 메스실린더가 더 구비된 것이 특징

이다.

또한 상기에 설명된 유체누설 측정장치를 이용한 유체누설 측정방법은 관 또는 밸브의 유체누설 측정장치인 초음파 누설측정수단과 음향 누설측정수단 및 온도 누설측정수단을 각각 실험부 관 또는 밸브에 설치하는 단계; 실험부 관 또는 밸브에서 유체 누설비율을 조절하면서 각 측정수단을 이용하여 실험부 데이터를 측정하여 통합DB에 저장하는 단계; 유체누설 측정장치인 초음파 누설측정수단과 음향 누설측정수단 및 온도 누설측정수단을 유체 누설을 측정하기 위한 측정부 관 또는 밸브에 각각 설치하는 단계; 측정부 관 또는 밸브에 설치된 각 측정수단을 이용하여 측정부 데이터를 측정하여 통합 DB에 저장하는 단계; 측정부 관 또는 밸브의 데이터와 실험부 관 또는 밸브의 데이터가 유사한지 비교하는 단계; 및 측정부 데이터와 실험부 데이터가 유사하면 측정부 데이터에 해당되는 누설량을 확인하는 단계;로 이루어진 것이 특징이다.

또한 실험부 데이터 측정단계에서 실험부 관 또는 밸브는 측정부 관 또는 밸브와 동일한 구성으로 형성된 것이 특징이다.

또한 실험부 데이터 측정단계에서 밸브 개도 전 행정 백분율 비율인 누설비율은 1% 단위로 조절하여 DB를 구축하는 것이 특징이다.

또한 비교 단계는 측정부 데이터가 저장된 통합DB와 실험부 데이터가 저장된 통합DB에서 측정부 데이터와 실험부 데이터가 비교분석처리부로 수신되어 수행되는 것이 특징이다.

## 효과

본 발명에 의하면 초음파, 음향신호 및 온도변화를 이용하여 밸브 또는 관의 비교적 작은 유체 누설량을 정확하게 측정할 수 있다.

또한 측정된 누설량 데이터는 정량화되어 동일한 조건을 갖는 밸브를 정량화된 데이터와 비교함으로써 누설량을 쉽고 빠르게 확인할 수 있다.

또한 밸브 또는 관의 유체 누설량이 비교적 큰 경우에도 정확하게 누설량을 측정할 수 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 사용한다.

또한 하기에서 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

(유체 누설측정장치의 구성)

도 1a는 본 발명에 따른 유체 누설측정장치가 구비된 관과 밸브를 나타낸 사시도이고, 도 1b는 본 발명에 사용되는 메스실린더의 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 유체 누설측정장치의 구성도이다. 도 1a 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 유체누설 측정장치는 초음파, 음향신호 및 온도를 이용하여 밸브(1) 또는 관(3)에서 누설되는 유체를 정확하게 정량화된 데이터로 측정한다. 유체누설 측정장치는 밸브(1)의 몸체 또는 밸브(1)에 연결된 관(3)에 설치되는 초음파 누설측정수단(100)과 음향 누설측정수단(200) 및 온도 누설측정수단(300)으로 구성된다.

초음파 누설측정수단(100)은 관(3)에서 유체가 유입되는 입구측에 구비된다. 초음파 누설측정수단(100)은 송, 수신 초음파 센서(102, 104)와 초음파 신호 처리부(150) 및 초음파 DB(160)로 구성된다.

송, 수신 초음파 센서(102, 104)는 관(3)의 상부와 하부에 고정수단에 의해 각각 설치된다. 이때 고정수단은 관의 외부 일측에 결합되는 고정부재(120)와, 일측은 관(3)과 고정부재 사이에 설치되고 타측은 송, 수신 초음파 센서(102, 104)가 설치되는 관 형태의 웨이브 인젝터(140)로 구성된다. 웨이브 인젝터(140)는 고온의 유체 유속을 측정할 때 초음파 센서를 보호하여 최대 400℃의 고온 유체의 유속 측정을 가능하도록 한다.

초음파 신호 처리부(150)는 송, 수신 초음파 센서(102, 104)에 연결되어 송, 수신 초음파 센서(102, 104)로부터 수신된 초음파 신호를 이용하여 계산된 유체의 유속을 디스플레이한다.

또한 초음파 DB(160)는 초음파 신호 처리부(150)에 연결되어 송, 수신 초음파 센서(102, 104)에 의해 측정된 유체의 유속 데이터를 수신받아 저장한다. 즉, 각 센서간의 음파 전달 시간차를 이용하여 유체의 유속을 측정할 수 있게 된다. 관(3) 또는 밸브(1)에서 유체누설이 있는 경우의 유속은 유체누설이 없는 경우의 유속과 차이가 발생되기 때문에 본 발명에서는 유체누설이 있는 상태 즉, 누설여부, 누설량 및 누설위치 등을 확인한다. 초음파 누설측정수단(100)을 이용하여 유체의 속도를 측정하는 방법은 하기에서 상세하게 설명한다.

음향 누설측정수단(200)은 밸브(1)의 몸체 중 유체가 입력되는 입구측과 유체가 유출되는 출구측에 각각 구비된다. 음향 누설측정수단(200)은 제 1, 2음향센서(202, 204)와 음향 신호 처리부(240) 및 음향 DB(260)로 구성된다. 제 1, 2음향센서(202, 204)는 밸브(1)의 입구측과 출구측에서 발생하는 음향신호를 각각 측정한다. 제 1, 2음향센서(202, 204)에서 각각 발산된 음향신호는 음향 신호 처리부(240)에서 1차 증폭되고, 1차 증폭된 음향신호는 필터링과 증폭과정을 거쳐 송신된다. 송신된 음향신호는 음향 DB(260)에 수신되어 저장된다. 즉, 밸브(1) 내부에서 발생하는 유체 누설 상태를 밸브(1) 외부에서 제 1, 2음향센서(202, 204)를 이용하여 탄성 에너지와 신호를 측정함으로써 진단할 수 있게 된다. 본 발명에서는 도파봉(210)에 제 1, 2음향센서(202, 204)를 부착하여 간접적으로 밸브(1)의 음향신호를 측정한다.

온도 누설측정수단(300)은 밸브(1)의 몸체 중 유체가 입력되는 입구측과 유체가 유출되는 출구측에 각각 구비된다. 온도 누설측정수단(300)은 밸브(1)의 입구측과 출구측에 구비되어 밸브(1)의 온도를 측정하는 제 1, 2온도측정기(302, 304)와 제 1, 2온도측정기(302, 304)에서 측정된 밸브(1)의 온도차를 계산하는 온도 신호 처리부(340) 및 측정된 온도 데이터를 수신 받아 저장하는 온도 DB(360)로 구성된다. 제 1, 2온도측정기(302, 304)로는 온도 센서, 적외선 온도계, 메모리 온도계 또는 열화상 카메라와 같이 밸브의 온도를 측정할 수 있는 구성이면 사용이 가능하며, 본 발명에서는 도파봉(310)에 온도 센서를 부착하여 간접적으로 밸브(1)의 온도를 측정한다. 밸브(1)의 입구측과 출구측 사이에서 내부에 흐르는 유체 또는 스팀의 온도 차를 이용하여 누설량을 측정하며, 측정된 온도차와 누설량은 서로 반비례한다. 즉, 온도차를 이용한 누설 측정은 누설유무의 판단이 쉽다. 밸브(1)는 일측에 연결된 관(3) 내부에는 200℃ 이상의 응축수가 압축된 상태로 포함되어 있고, 타측에 연결된 관(3)은 진공 또는 대기압 상태의 콘덴서가 연결되어 있어있기 때문에 밸브(1) 양측의 온도차에 변화가 발생되면 밸브(1)에서 누설이 발생한 것으로 판단할 수 있다.

이때 각 측정수단에서 측정된 초음파 데이터와 음향 데이터 및 온도 데이터는 각각 하나의 통합DB(500)로 수신되어 저장된다.

또한 밸브(1) 또는 관(3)의 일측에는 도 1b에 도시된 바와 같이, 메스 실린더(180)가 설치되어 누설된 유체의 양을 보다 정확하게 확인할 수 있다. 즉, 밸브(1) 또는 관(3)에서 누설된 유체를 메스 실린더(180)에 모아 측정함으로써 누설된 유체의 양을 육안으로 확인할 수 있다. 이러한 메스 실린더(180)의 사용방법은 널리 알려져 있으므로 상세한 설명은 생략한다.

(유체 누설측정장치를 이용한 누설측정방법)

이하에서는 상기에서 설명된 유체누설 측정장치를 이용하여 관(3) 또는 밸브(1)에서의 누설되는 유체를 측정하는 방법에 대하여 설명한다. 본 발명에서의 누설측정은 밸브(3)가 차단된 상태에서 진행된다.

도 3은 본 발명에 따른 유체 누설측정장치를 이용하여 유체누설을 측정하는 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 4는 본 발명에 따른 유체 누설측정장치가 구비된 측정군과 실험군의 구성을 간략하게 나타낸 구성도이다. 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 유체누설 측정 방법에서는 누설량을 측정하고자 하는 관(3) 또는

밸브(1)를 측정부(A), 실험적으로 누설비율을 조절하여 누설량을 측정하고자 하는 관(3) 또는 밸브(1)를 실험부(B)라 명칭한다. 또한 측정부(A)에 유체누설 측정장치를 설치하고 실험부(B)에 유체누설 측정장치를 설치하여 각각 측정군과 실험군으로 분리한다. 즉, 동일한 환경으로 구성된 측정군과 실험군에서 측정된 데이터를 비교하여 유체누설을 측정한다. 이때 측정부 관(3) 또는 밸브(1)와 실험부 관(3) 또는 밸브(1)는 동일한 길이, 크기 직경 및 차압으로 형성되어 동일한 조건에서 유체누설을 측정하여 비교할 수 있도록 한다.

본 발명에서는 측정군으로 원자력 발전소에 설치된 2인치의 밸브(1)에 유체누설 측정장치를 설치한 것으로 한다.

이러한 밸브(1)는 일측에 연결된 관(3) 내부에는 200 °C 이상의 응축수가 압축된 상태로 포함되어 있고, 타측에 연결된 관(3)은 진공 또는 대기압 상태의 콘덴서가 연결되어 있어 내부가 진공 또는 대기압 상태이다. 즉, 밸브(1)를 차단한 상태에서 고온의 압축된 응축수가 진공 콘덴서 내부로 적은 양이 누설되더라도 에너지 손실, 밸브 전단 배관 압력의 저하 또는 콘덴서에 이상을 발생시키는 원인이 된다.

실험군은 실험부(B)에 초음파 누설측정수단(100)과 음향 누설측정수단(200) 및 온도 누설측정수단(300)이 상기에 설명된 바와 같이 각각 설치되어 형성된다.(S100)

실험부(B)의 밸브 개도 전 행정 백분율 비율인 유체 누설비율을 1% 단위로 조절하면서 실험부 데이터를 측정하여 각 누설비율에 따라 변화된 데이터값을 얻을 수 있게 된다. 즉, 실험부(B)의 누설비율을 조절하여 초음파 누설측정수단(100), 음향 누설측정수단(200) 및 온도 누설측정수단(300)에서 각각 실험부 데이터를 측정하고, 이를 바탕으로 누설량을 측정하여 정량화된 데이터를 통합 DB(500)에 저장한다. 즉, 다양한 측정수단을 이용하여 누설량을 측정하기 때문에 유체의 누설량이 많거나 적은 경우에도 누설량을 측정하는데 있어서 오차를 최소화 할 수 있다. 이때 유체 누설비율이 0 ~ 2%로 미세하면 비교적 유량이 많을 경우에 정밀도가 낮기 때문에 음향 누설측정수단(200)만을 이용하여 데이터를 측정하는 것이 기술적으로 통합 DB(500)로 평가 측정하는 것보다 정확하다. 또한 유체 누설비율이 3 ~ 5%로 누설량이 많으면 음향 누설측정수단(200) 및 누설량이 비교적 적거나 많을 때도 누설여부를 파악할 수 있는 초음파 누설측정수단(100)을 이용하여 데이터를 측정한다. 즉, 음향 누설측정수단(200) 및 초음파 누설측정수단(100)을 이용하여 누설량을 측정하면 누설량이 많거나 적을 때도 정확한 누설량을 측정할 수 있게 된다. 또한 누설비율이 6%가 넘으면 육감으로 쉽게 유체의 누설여부를 확인할 수 있으며 초음파 누설측정수단(100) 및 온도 누설측정수단(300)을 이용하여 누설량을 측정하는 것이 바람직하다.

초음파 누설검지수단(100)은 스벨 방식, 전달 시간차방식, 도플러방식 또는 센서 마운팅방식으로 데이터를 측정하는 바, 본 발명에서는 일 실시예로 전달 시간차방식을 이용하여 실험부(B)의 데이터를 측정한다. 즉, 전달 시간차방식을 이용한 누설량 측정은 [수학식 1]를 참조하여 측정할 수 있다.

$$\text{수학식 1}$$

$$V = \frac{L}{2t_0^2 \cos\theta} \cdot \Delta t = \frac{D \sin\theta}{2t_0^2 \cos\theta} \cdot \Delta t = \frac{D}{t_0^2 \sin 2\theta} \cdot \Delta t$$

여기서,  $V = Q / A$ ,  $Q = A \times V$

V : 유속, L : 송, 수신 초음파 센서간의 거리, t : 송, 수신 초음파 센서간의 음파 전달시간,  $\Delta t$  : 송, 수신 초음파 센서간의 음파 전달 시간차,  $\theta$  : 유속의 방향과 초음파 센서 사이의 각도, D : 관의 직경, Q : 누설량, A : 관 내경면적

이러한 전달 시간차방식은 송, 수신 초음파 센서(102, 104) 사이에서 송, 수신되는 초음파의 전달 시간차를 이용하여 유체의 유속을 측정하는 것으로 일반적으로 널리 알려진 유속 측정방법이다.

수학식 2



$$\Delta Q = M \times h'$$

여기서,  $\Delta Q$  : 총 에너지 손실량,  $M$  : 유체의 유출량 (g/h),  $h'$  : 유체의 엔탈피 (kJ/kg)

또한 상기의 [수학식2]를 이용하여 실험부(B)의 에너지 손실량을 계산할 수 있다. 즉, 유체의 유출량이 증가할수록 총 에너지 손실량이 늘어나기 때문에 유체의 유출량을 최소화하여 에너지 손실량 또한 최소화하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다.(S200)

유체누설을 측정하기 위한 측정군의 측정부(A)에 초음파 누설측정수단(100)과 음향 누설측정수단(200) 및 온도 누설측정수단(300)을 각각 설치한다. 즉, 유체가 유입되는 관(3)의 입구측에 송, 수신 초음파 센서(102, 104)를 고정수단으로 설치하고, 밸브(3)의 입구측에 각각 제 1음향 센서(202)와 온도 센서인 제 1온도측정기(302)를 설치하며, 밸브(1)의 출구측에 각각 제 2음향센서(204)와 온도 센서인 제 2온도측정기(304)를 설치한다.(S300)

측정부(A)에 설치된 각각의 측정수단을 작동하여 데이터를 측정한다. 즉, 송, 수신 초음파 센서(102, 104)를 이용하여 유체의 유속을 측정하여 초음파 DB(162)에 저장하고, 제 1, 2음향센서(202, 204)를 이용하여 음향 신호를 측정하여 음향 DB(262)에 저장하며, 제 1, 2온도측정기(302, 304)를 이용하여 밸브(1)의 입구측과 출구측의 온도차를 측정하여 온도 DB(362)에 저장한다. 즉, 고온의 응축수가 밸브(1)에서 누설되어 진공 상태의 콘덴서로 유입되게 되면 제 1, 2온도측정기(302, 304) 사이의 온도차가 변화되어 누설 여부를 확인할 수 있다. 측정된 데이터는 측정군의 통합DB(502)에 저장된다. 이때 측정부(A)와 실험부(B)의 관(3) 또는 밸브(1)에서 각각 누설된 유체는 각 측정수단과 더불어 메스 실린더(180)를 이용하여 그 양을 측정할 수 있다.(S400)

이렇게 측정된 실험부 데이터와 측정부 데이터는 측정군의 통합 DB(500)와 실험군의 통합 DB(500)에 연결된 비교분석처리부(600)에 수신되어 실험부 데이터와 측정부 데이터가 유사한지 비교하여 판단한다.(S500)

이때 측정부(A)에서 측정된 데이터와 실험부(B)에서 측정된 데이터를 각각 비교하여 측정부 데이터가 실험부 데이터와 유사하면 이에 해당되는 누설량을 확인할 수 있게 된다. 즉, 측정부 데이터에는 누설량이 포함되어 있지 않으나, 유사한 값을 갖는 실험부 데이터를 찾아 정확하고 빠르게 누설량을 확인할 수 있다.(S600)

도 5a ~ 5c는 제 1실시예로 초음파 누설측정수단과 음향 누설측정수단을 이용하여 측정 횟수에 따른 유체 누설량을 나타낸 그래프이다. 직경이 2인치, 차압이 20 bar인 밸브(1)의 누설비율을 1 ~ 4%범위에서 1%단위씩 조절하여 각 측정장치로부터 누설량을 측정한 그래프이다. 도 5a ~ 5b에 도시된 바와 같이, 누설비율이 1, 2%일 경우에는 초음파 누설측정수단(100)과 음향 누설측정수단(200)을 이용하여 측정된 누설량이 거의 동일하다. 그러나 도 5c에 도시된 바와 같이, 누설비율이 4%일 경우에는 초음파 누설측정수단(100)을 이용하여 측정된 누설량과 음향 누설측정수단(200)을 이용하여 측정된 누설량은 확연하게 차이가 난다.

도 6a ~ 6c는 제 2실시예로 초음파 누설측정수단과 음향 누설측정수단을 이용하여 측정 횟수에 따른 유체 누설량을 나타낸 그래프이다. 직경이 2인치, 차압이 40 bar인 밸브(1)의 누설비율을 1, 2, 4%로 조절하여 각 측정장치로부터 누설량을 측정한 그래프이다. 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 누설비율이 1, 2%일 경우에는 초음파 누설측정수단(100)과 음향 누설측정수단(200)을 이용하여 측정된 누설량이 거의 동일하다. 그러나 도 6c에 도시된 바와 같이, 누설비율이 4%일 경우에는 초음파 누설측정수단(100)을 이용하여 측정된 누설량과 음향 누설측정수단(200)을 이용하여 측정된 누설량은 확연하게 차이가 난다.

상기에서 설명된 그래프를 통해서 확인할 수 있듯이, 누설량이 증가할수록 음향신호를 통해서만 유체누설을 측정할 경우에는 누설량을 정확하게 판단하기 어렵기 때문에 초음파 및 온도차를 이용하여 누설량을 측정하는 것이 정확하다는 것을 확인할 수 있다.

## 특허청구의 범위

## 청구항 1.

밸브(1)와 상기 밸브(1)에 연결된 관(3)에서 유체가 유입되는 관(3)의 입구측에 구비되어 초음파를 이용하여 상기 밸브(1)의 유체 누설을 측정하기 위한 초음파 누설측정수단(100);

상기 밸브(1)의 몸체 중 유체가 유입되는 입구측과 유체가 유출되는 출구측에 각각 구비되어 음향신호를 통해 상기 밸브(1)의 유체 누설을 측정하기 위한 음향 누설측정수단(200); 및

상기 밸브(1)의 몸체 중 상기 입구측과 상기 출구측에 각각 구비되어 상기 밸브(1)의 온도변화를 측정하기 위한 온도 누설측정수단(300);을 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 초음파 누설측정수단(100)은,

상기 관(3)의 내부로 초음파를 송신하고 상기 송신된 초음파를 수신받을 수 있도록 고정수단에 의해 상기 관(3)에 설치되는 송, 수신 초음파 센서(102, 104);

상기 송, 수신 초음파 센서(102, 104)에서 측정된 신호를 이용하여 상기 유체의 유속이 계산되어 디스플레이 되는 초음파 신호 처리부(150); 및

상기 초음파 신호 처리부(150)에 연결되어 송신된 상기 유체의 유속 데이터가 저장되는 초음파 DB(160);를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 음향 누설측정수단(200)은,

상기 밸브(1)의 상기 입구측과 상기 출구측에 발생하는 음향신호를 각각 측정하기 위한 제 1, 2음향센서(202, 204);

상기 제 1, 2음향센서(202, 204)에서 각각 발산된 음향신호를 1차 증폭하고, 증폭된 음향신호를 필터링하여 다시 증폭한 신호를 출력하는 음향 신호 처리부(240); 및

상기 음향 신호 처리부(240)에서 증폭된 음향신호가 수신되어 저장되는 음향 DB(260);를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 온도 누설측정수단(300)은,

상기 밸브(1)의 상기 입구측과 상기 출구측에 형성되어 상기 밸브(1)의 온도를 측정하기 위한 제 1, 2온도측정기(302, 304);

상기 제 1, 2온도측정기(302, 304)에서 측정된 상기 밸브(1)의 온도차를 계산하는 온도 신호 처리부(340);

상기 온도 신호 처리부(340)에서 계산된 상기 밸브(1)의 온도차를 수신받아 저장하는 온도 DB(360);를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 유체누설 측정장치에는 상기 초음파 DB(160)와 상기 음향 DB(260) 및 상기 온도 DB(360)에서 각각 데이터가 수신되어 저장되는 통합DB(500)가 더 포함되어 형성된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 6.

제 4항에 있어서,

상기 제 1, 2온도측정기(302, 304)는 온도센서, 적외선 온도계, 메모리 온도계 또는 열화상 카메라인 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 7.

제 1항에 있어서,

상기 관(3) 또는 상기 밸브(1)의 일측에 구비되어 누설된 유체의 양을 측정하기 위한 메스실린더(180)가 더 구비된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치.

## 청구항 8.

관(3) 또는 밸브(1)의 유체누설 측정장치인 초음파 누설측정수단(100)과 음향 누설측정수단(200) 및 온도 누설측정수단(300)을 각각 실험부 관(3) 또는 밸브(1)에 설치하는 단계(S100);

상기 실험부 관(3) 또는 밸브(1)에서 유체 누설비율을 조절하면서 상기 각 측정수단을 이용하여 실험부 데이터를 측정하여 통합DB(500)에 저장하는 단계(S200);

유체누설 측정장치인 상기 초음파 누설측정수단(100)과 상기 음향 누설측정수단(200) 및 상기 온도 누설측정수단(300)을 유체 누설을 측정하기 위한 측정부 관(3) 또는 밸브(1)에 각각 설치하는 단계(S300);

상기 측정부 관(3) 또는 밸브(1)에 설치된 각 측정수단을 이용하여 측정부 데이터를 측정하여 통합 DB(502)에 저장하는 단계(S400);

상기 측정부 관(3) 또는 밸브(1)의 데이터와 상기 실험부 관(3) 또는 밸브(1)의 데이터가 유사한지 비교하는 단계(S500); 및



상기 측정부 데이터와 상기 실험부 데이터가 유사하면 상기 측정부 데이터에 해당되는 누설량을 확인하는 단계(S600);로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치를 이용한 유체누설 측정방법.

## 청구항 9.

제 8항에 있어서,

상기 실험부 데이터 측정단계(S200)에서 상기 실험부 관(3) 또는 밸브(1)는 상기 측정부 관(3) 또는 밸브(1)와 동일한 구성으로 형성된 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치를 이용한 유체누설 측정방법.

## 청구항 10.

제 8항에 있어서,

상기 실험부 데이터 측정단계(S200)에서 밸브 개도 전 행정 백분을 비율인 상기 누설비율은 1% 단위로 조절하여 DB를 구축하는 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치를 이용한 유체누설 측정방법.

## 청구항 11.

제 8항에 있어서,

상기 비교 단계(S500)는 상기 측정부 데이터가 저장된 상기 통합DB(502)와 상기 실험부 데이터가 저장된 통합DB(500)에서 상기 측정부 데이터와 상기 실험부 데이터가 비교분석처리부(600)로 수신되어 수행되는 것을 특징으로 하는 초음파, 음향 및 온도변화를 이용한 밸브의 유체누설 측정장치를 이용한 유체누설 측정방법.

## 도면의 간단한 설명

도 1a는 본 발명에 따른 유체 누설측정장치가 구비된 관과 밸브를 나타낸 사시도.

도 1b는 본 발명에 사용되는 메스실린더의 사시도.

도 2는 본 발명에 따른 유체 누설측정장치의 구성도.

도 3은 본 발명에 따른 유체 누설측정장치를 이용하여 유체누설을 측정하는 방법을 나타낸 흐름도.

도 4는 본 발명에 따른 유체 누설측정장치가 구비된 측정군과 실험군의 구성을 간략하게 나타낸 구성도.

도 5a ~ 5c는 제 1실시예로 초음파 누설측정수단과 음향 누설측정수단을 이용하여 측정 횟수에 따른 유체 누설량을 나타낸 그래프.

도 6a ~ 6c는 제 2실시예로 초음파 누설측정수단과 음향 누설측정수단을 이용하여 측정 횟수에 따른 유체 누설량을 나타낸 그래프.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

1 : 밸브 3 : 관

100 : 초음파 누설측정수단 102, 104 : 송, 수신 초음파 센서

120 : 고정부재 140 : 웨이브 인젝터

150 : 초음파 신호 처리부 160, 162 : 초음파 DB

200 : 음향 누설측정수단 202, 204 : 제 1, 2음향센서

210, 310 : 도파봉 240 : 음향 신호 처리부

300 : 온도 누설측정수단 302, 304 : 제 1, 2온도측정기

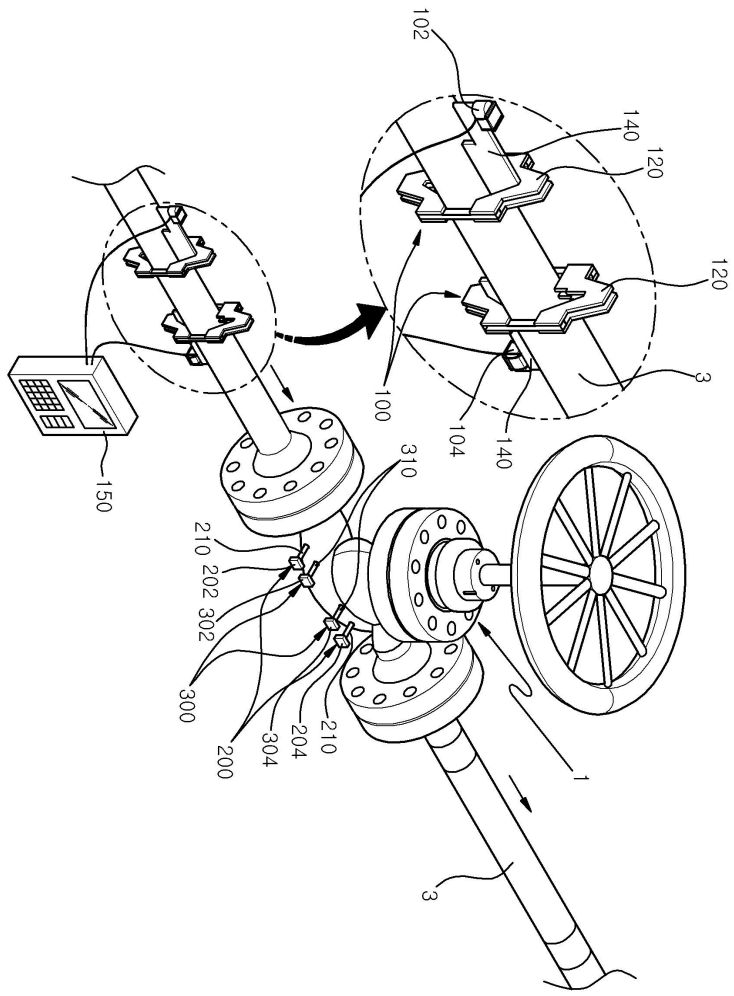
340 : 온도 신호 처리부 360, 362 : 온도 DB

500, 502 : 통합 DB 600 : 비교분석처리부

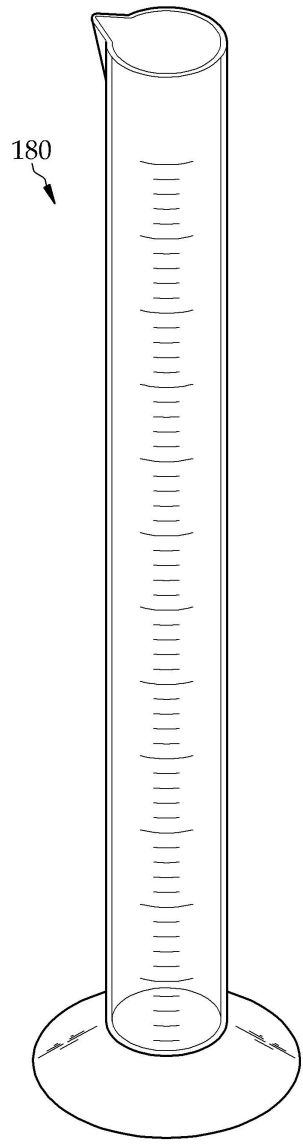
260, 262 : 음향 DB 180 : 메스실린더

도면

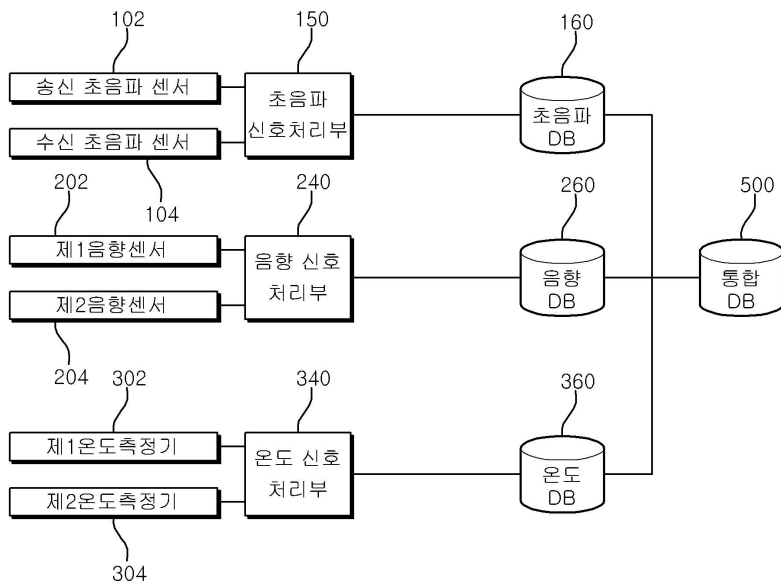
도면1a



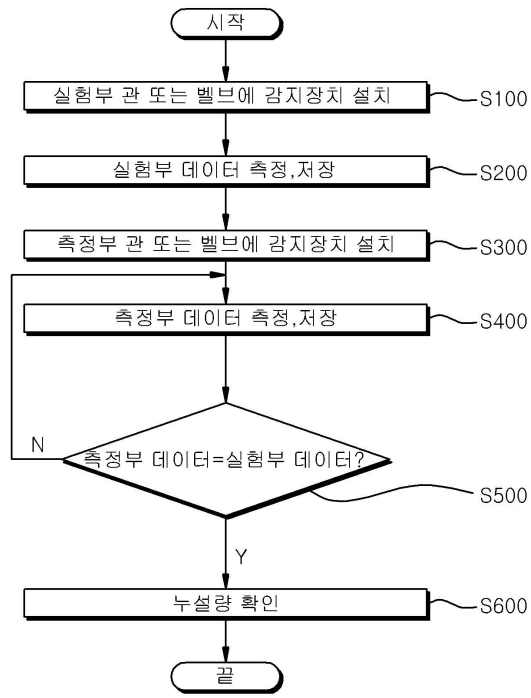
도면 1b



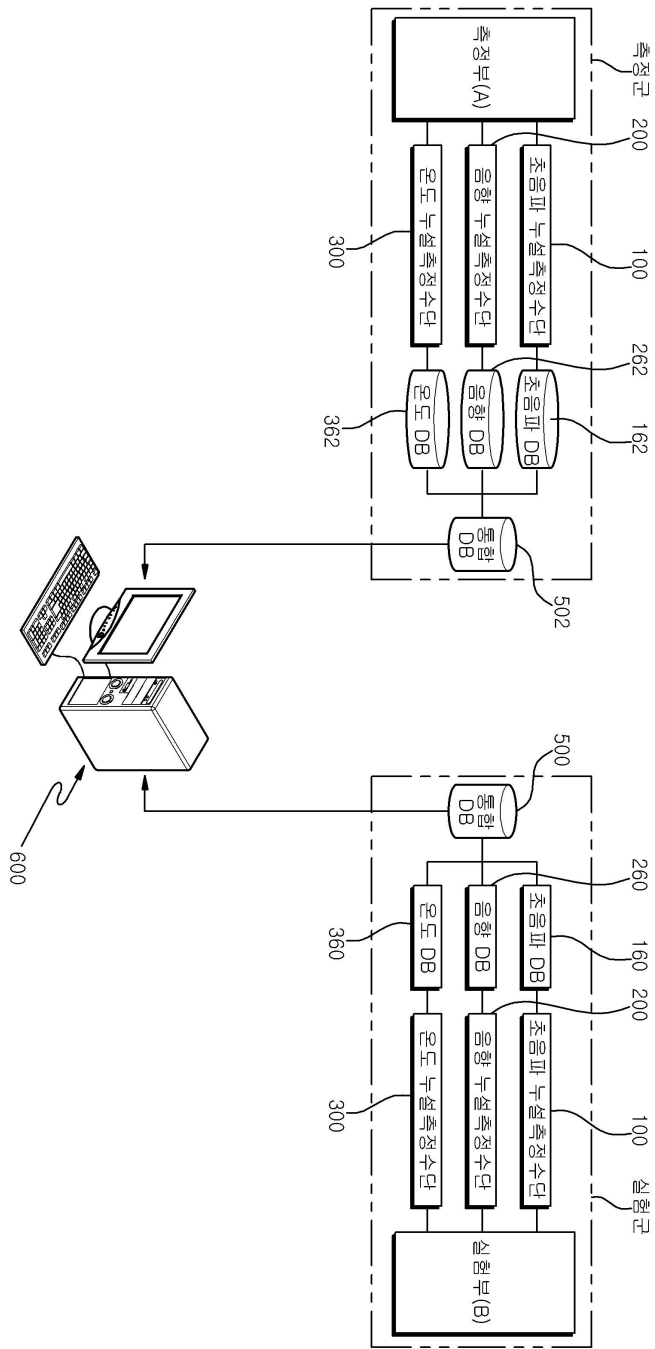
도면2



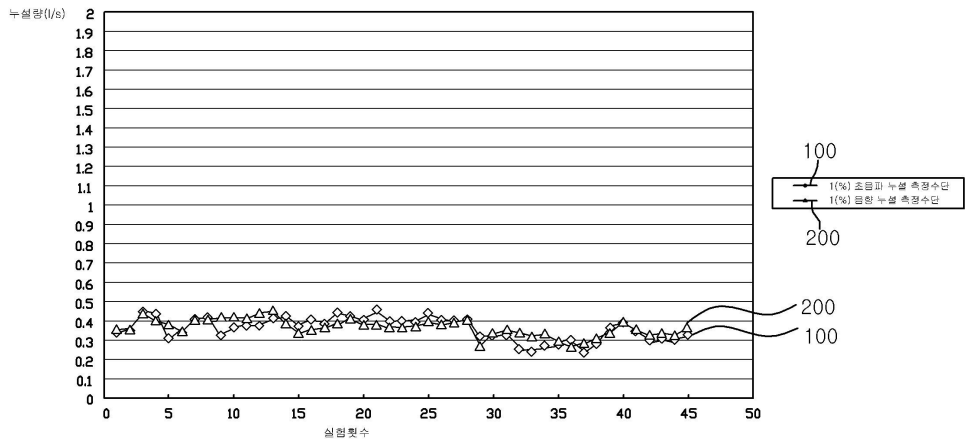
도면3



도면4

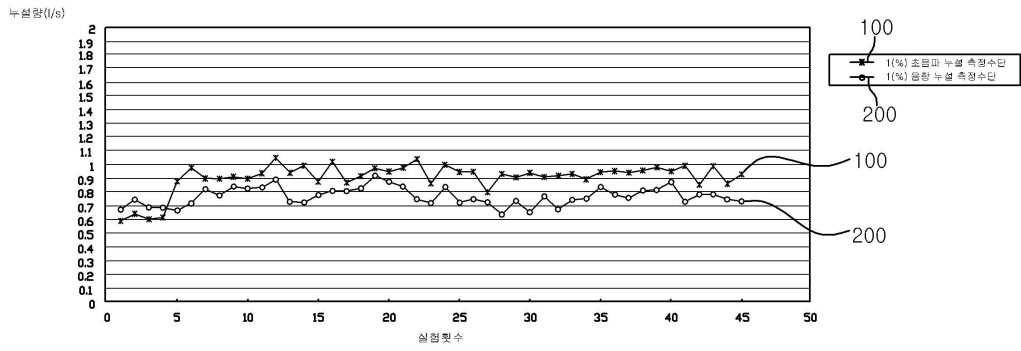


도면 5a

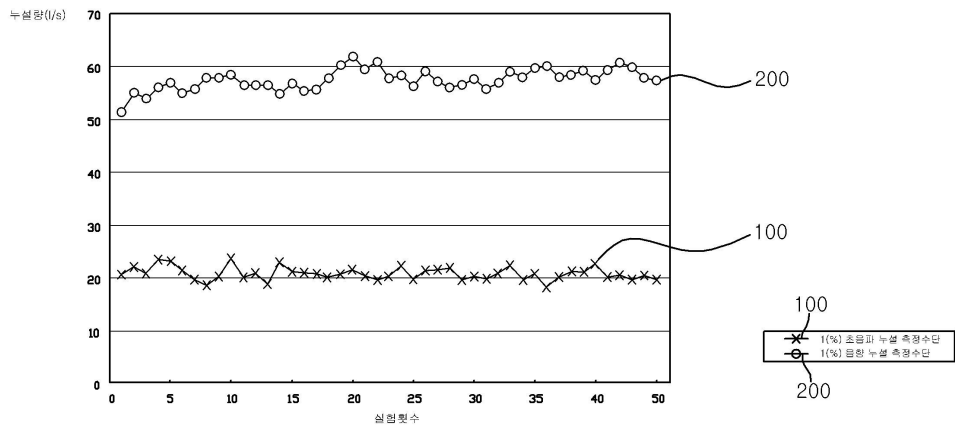




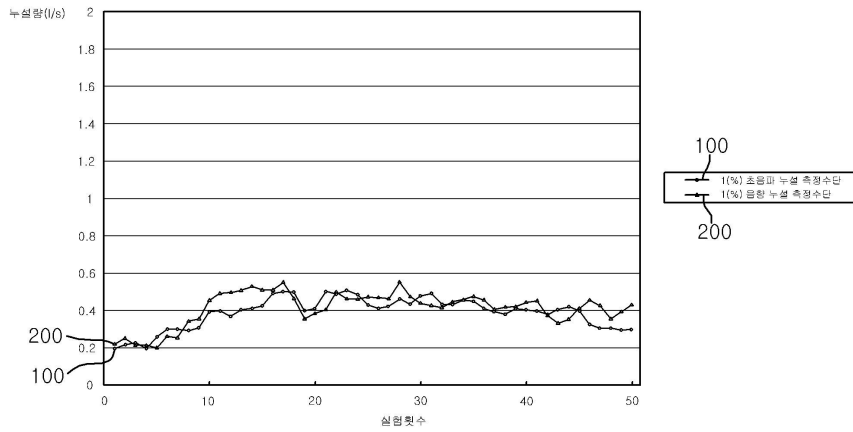
도면5b



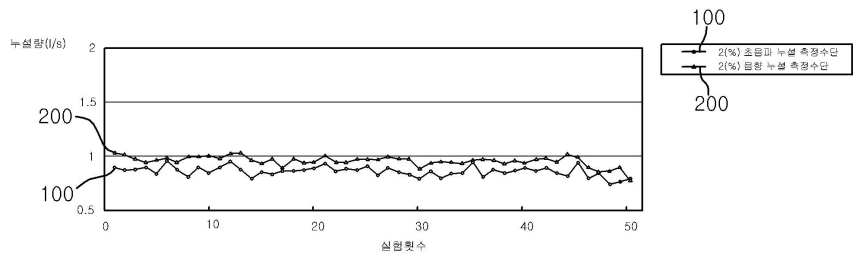
도면5c



도면6a



도면6b



도면 6c

