(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0002877
(43) 공개일자 2019년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02B 8/06 (2006.01) *E02B 7/18* (2006.01)
E02B 8/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02B 8/06 (2013.01)
E02B 7/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0083126
(22) 출원일자 2017년06월30일
심사청구일자 2017년06월30일

(71) 출원인
주식회사 에스티아이씨앤디
서울특별시 금천구 가산디지털1로 168, 비동 301호 (가산동, 우림 라이온스밸리)
(72) 발명자
홍기원
경기도 부천시 소사구 소안로 20, 삼익세라믹아파트 103-102
문정은
서울특별시 노원구 중계로 230, 주공5단지아파트 511-1301
(74) 대리인
특허법인태평양

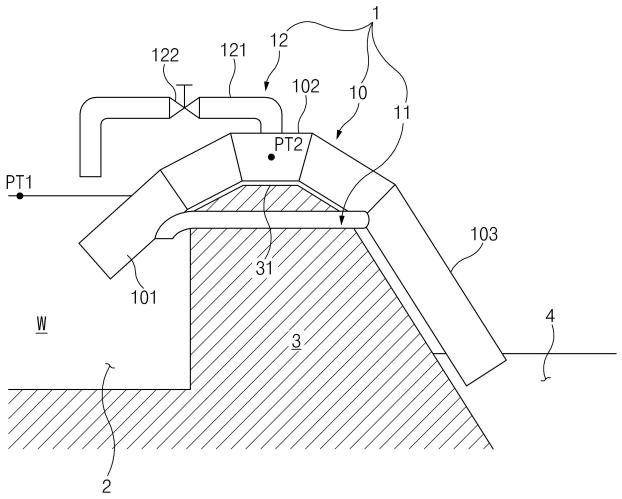
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **사이펀 여수로**

(57) 요 약

본 발명은 사이펀 여수로에 관한 것으로, 저류공간으로부터 제방의 마루까지 상향경사지게 연장되는 유입부, 상기 유입부로부터 연장되는 연장부 및 상기 연장부로부터 하류를 향해 하향경사지게 연장되는 유출부를 구비하고, 상기 저류공간의 수위가 소정 수위 이상일 때, 상기 저류공간의 유체를 사이펀 작용에 의해 하류로 방류하는 방류유닛; 및 상기 방류유닛의 내부 압력을 조절하는 압력조절유닛을 포함하여 사이펀 현상에 의해 방류되는 방류량을 조절하여 하류에서 일어나는 피해를 방지하고 진동을 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
E02B 8/045 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

저류공간으로부터 제방의 마루까지 상향경사지게 연장되는 유입부, 상기 유입부로부터 연장되는 연장부 및 상기 연장부로부터 하류를 향해 하향경사지게 연장되는 유출부를 구비하고, 상기 저류공간의 수위가 소정 수위 이상일 때, 상기 저류공간의 유체를 사이펀 작용에 의해 하류로 방류하는 방류유닛; 및

상기 방류유닛의 내부 압력을 조절하는 압력조절유닛을 포함하는, 사이펀 여수로.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 압력조절유닛은, 상기 방류유닛의 내부 압력을 조절하여, 상기 사이펀 작용에 의해서 상기 방류유닛을 따라 방류되는 유체의 양인 사이펀 방류량을 조절하는, 사이펀 여수로.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 압력조절유닛은, 상기 연장부의 내부 압력을 측정하는 측정부와, 상기 연장부의 내부를 외부와 연통시킨 통기경로에 구비되는 밸브와, 상기 밸브의 개도를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 측정부가 측정한 측정 압력이, 상기 방류유닛에 요구되는 사이펀 방류량에 기초해서 설정된 목표 압력에 도달하도록, 상기 밸브의 개도를 제어하는, 사이펀 여수로.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 목표 압력은, 상기 사이펀 작용에 의해 방류가 시작되는 상기 저류공간의 수위인 임계수위와 상기 저류공간의 수위의 차이에 기초하여, 상기 방류유닛에 요구되는 사이펀 방수량이 선형적으로 변화하도록 설정되고,

상기 제어부는, 상기 측정 압력이 상기 설정된 목표 압력에 도달하도록 상기 밸브의 개도를 제어하는, 사이펀 여수로.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 목표 압력은, 상기 사이펀 작용에 의해 방류가 시작된 시점으로부터 경과된 시간에 기초하여, 상기 방류유닛에 요구되는 사이펀 방류량이 선형적으로 증가하도록 설정되고,

상기 제어부는, 상기 측정 압력이 상기 설정된 목표 압력에 도달하도록 상기 밸브의 개도를 제어하는, 사이펀 여수로.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 목표 압력은, 상기 사이펀 방류량과 함께, 상기 사이펀 방류량에 의한 상기 저류공간의 수위감소 정도에 기초해서 설정되는, 사이펀 여수로.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 압력조절유닛은, 상기 사이펀 작용에 의해 방류가 시작되면 상기 방류유닛의 내부 압력을 소정의 범위 내로 유지하는, 사이펀 여수로.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 압력조절유닛은, 상기 연장부의 내부 압력을 측정하는 측정부와, 상기 연장부의 내부를 외부와 연통시킨 통기경로에 구비되는 밸브와, 상기 밸브의 개도를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 측정부가 측정한 측정 압력이 소정의 상한값 이상일 때 상기 밸브를 폐쇄하는 제어를 수행하고, 상기 측정 압력이 소정의 하한값 이하일 때 상기 밸브를 개방하는 제어를 수행하며,

상기 상한값과 하한값은, 상기 사이펀 작용에 의한 방류를 허용하는 압력 범위 내에서 설정되는, 사이펀 여수로.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 하한값은, 상기 사이펀 작용에 의한 방류 중에 공동현상이 발생하는 것을 방지하기 위해, 소정의 환경을 기준으로, 방류되는 유체의 포화증기압보다 높은 압력으로 설정되는, 사이펀 여수로.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 상한값은 기준값에서 소정값을 더한 값으로 정의되고, 상기 하한값은 상기 기준값에서 상기 소정값을 뺀 값으로 정의되며,

상기 제어부는, 상기 기준값을 증감시켜, 상기 상한값과 상기 하한값을 변경시키는 설정압력 조절부와, 상기 소정값을 증감시켜, 상기 상한값과 상기 하한값을 변경시키는 유격압력 조절부를 포함하는, 사이펀 여수로.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 압력조절유닛은, 상기 방류유닛의 내부 압력을 측정하는 측정부와, 상기 측정부가 측정한 측정 압력에 따라 제어 신호를 생성하는 제어부와, 상기 제어 신호에 따라 구동력을 생성하는 구동부와, 상기 구동력을 전달받아 개폐되는 밸브를 포함하는, 사이펀 여수로.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 압력조절유닛은, 기 설정된 제어 시나리오에 기초해서 제어 신호를 자동으로 생성하는 제어부와, 상기 제어 신호에 따라 구동력을 생성하는 구동부와, 상기 구동력을 전달받아 개폐되는 밸브를 포함하는, 사이펀 여수로.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 연장부보다 낮은 위치에서 상기 제방을 관통하여 상기 저류공간과 상기 유출부를 연결하는 바이패스관을 더 포함하고,

상기 바이패스관은, 상기 방류유닛보다 낮은 수위에서 물넘이를 허용하여, 상기 방류유닛에서 상기 사이펀 작용에 의한 방류가 발생하는 것을 촉진하는, 사이펀 여수로.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 사이펀 여수로에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 높은 언덕의 형태로 제방을 형성하여 저류공간에 물을 강제적으로 저장하는 댐은, 상황에 따라 저류공간에 수용한 수량을 조절해야 할 필요가 있다. 특히 높은 강수량을 가지는 여름철에는, 저류공간 내 수량이 한계 용량을 넘어서 월류현상이 일어날 수 있으므로 물을 하류로 방류하여 수위를 조절해야 한다. 댐에서는 방류를 위해 수문을 여는 방식을 주로 사용하나, 적절한 수위 조절을 위해서 수문을 여닫아야 한다는 불편함이 있었다.

[0003] 여수로(Spillway)는 이러한 적절한 수위 조절 및 유지를 위해 댐에 설치되는 장치로서, 댐 저수용량을 초과하는 홍수량을 안전하고 효율적으로 방류하기 위한 댐의 부속 구조물이다. 여수로는 저류공간과 댐 하류를 잇도록 구성되어, 일정량 이상의 물이 저류공간에 저장되어 있는 경우 물이 자연스럽게 댐 하류로 빠져나가도록 한다. 여수로의 종류엔 월류형 여수로, 측수로형 여수로 및 사이펀(Siphon) 여수로 등이 있다.

[0004] 사이펀 여수로는 사이펀 현상을 이용한 여수로로, 역 'U'자 형 사이펀 관이 저류공간과 하류를 잇도록 구성된다. 그러나 이러한 사이펀 여수로는 사이펀 현상을 이용하므로, 일시적으로 많은 양의 물을 저류공간에서 하류로 흘려보내게 된다. 따라서 저류공간의 수량이 임계량을 넘어가는 순간 사이펀 관을 통해 마치 수문을 여닫는 것과 같은 급격한 방류량 증가가 일어난다. 이로 인해 하류에 예기치 못한 피해를 발생시킬 수 있고, 큰 소음이 발생하게 된다는 문제점이 있다.

[0005] 또한 사이펀 현상이 일어나는 사이펀 관의 정점부에서 유체는 대기압보다 낮은 부압을 갖는다. 이 유체의 압력이 포화증기압에 도달하면 액체가 기체로 급격히 변화하면서 한정된 사이펀 관 내부에서 급격한 부피변화가 발생하는 공동현상(Cavitation)이 생겨난다. 공동현상이 발생함에 따라 사이펀 관에서는 매우 큰 진동이 발생한다. 이러한 진동은 댐의 안전성에 직접적인 위협이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이와 같은 문제들을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 과제는 방류량을 조절 가능한 사이펀 여수로를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 예에서 본 발명에 따른 사이펀 여수로는, 저류공간으로부터 제방의 마루까지 상향경사지게 연장되는 유입부, 상기 유입부로부터 연장되는 연장부 및 상기 연장부로부터 하류를 향해 하향경사지게 연장되는 유출부를 구비하고, 상기 저류공간의 수위가 소정 수위 이상일 때, 상기 저류공간의 유체를 사이펀 작용에 의해 하류로 방류하는 방류유닛; 및 상기 방류유닛의 내부 압력을 조절하는 압력조절유닛을 포함한다.

[0008] 상기 압력조절유닛은, 상기 방류유닛의 내부 압력을 조절하여, 상기 사이펀 작용에 의해서 상기 방류유닛을 따라 방류되는 유체의 양인 사이펀 방류량을 조절할 수 있다.

[0009] 상기 압력조절유닛은, 상기 연장부의 내부 압력을 측정하는 측정부와, 상기 연장부의 내부를 외부와 연통시킨 통기경로에 구비되는 밸브와, 상기 밸브의 개도를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 측정부가 측정한 측정 압력이, 상기 방류유닛에 요구되는 사이펀 방류량에 기초해서 설정된 목표 압력에 도달하도록, 상기 밸브의 개도를 제어할 수 있다.

[0010] 상기 목표 압력은, 상기 사이펀 작용에 의해 방류가 시작되는 상기 저류공간의 수위인 임계수위와 상기 저류공간의 수위의 차이에 기초하여, 상기 방류유닛에 요구되는 사이펀 방수량이 선형적으로 변화하도록 설정되고, 상기 제어부는, 상기 측정 압력이 상기 설정된 목표 압력에 도달하도록 상기 밸브의 개도를 제어할 수 있다.

[0011] 상기 목표 압력은, 상기 사이펀 작용에 의해 방류가 시작된 시점으로부터 경과된 시간에 기초하여, 상기 방류유닛에 요구되는 사이펀 방류량이 선형적으로 증가하도록 설정되고, 상기 제어부는, 상기 측정 압력이 상기 설정된 목표 압력에 도달하도록 상기 밸브의 개도를 제어할 수 있다.

[0012] 상기 목표 압력은, 상기 사이펀 방류량과 함께, 상기 사이펀 방류량에 의한 상기 저류공간의 수위감소 정도에 기초해서 설정될 수 있다.

[0013] 상기 압력조절유닛은, 상기 사이펀 작용에 의해 방류가 시작되면 상기 방류유닛의 내부 압력을 소정의 범위 내로 유지할 수 있다.

[0014] 상기 압력조절유닛은, 상기 연장부의 내부 압력을 측정하는 측정부와, 상기 연장부의 내부를 외부와 연통시킨 통기경로에 구비되는 밸브와, 상기 밸브의 개도를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 측정부가 측정한 측정 압력이 소정의 상한값 이상일 때 상기 밸브를 폐쇄하는 제어를 수행하고, 상기 측정 압력이 소정의 하한값 이하일 때 상기 밸브를 개방하는 제어를 수행하며, 상기 상한값과 하한값은, 상기 사이펀 작용에 의한 방류를 허용하는 압력 범위 내에서 설정될 수 있다.

[0015] 상기 하한값은, 상기 사이펀 작용에 의한 방류 중에 공동현상이 발생하는 것을 방지하기 위해, 소정의 환경을 기준으로, 방류되는 유체의 포화증기압보다 높은 압력으로 설정될 수 있다.

[0016] 상기 상한값은 기준값에서 소정값을 더한 값으로 정의되고, 상기 하한값은 상기 기준값에서 상기 소정값을 뺀 값으로 정의되며, 상기 제어부는, 상기 기준값을 증감시켜, 상기 상한값과 상기 하한값을 변경시키는 설정압력 조절부와, 상기 소정값을 증감시켜, 상기 상한값과 상기 하한값을 변경시키는 유격압력 조절부를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 압력조절유닛은, 상기 방류유닛의 내부 압력을 측정하는 측정부와, 상기 측정부가 측정한 측정 압력에 따라 제어 신호를 생성하는 제어부와, 상기 제어 신호에 따라 구동력을 생성하는 구동부와, 상기 구동력을 전달받아 개폐되는 밸브를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 압력조절유닛은, 기 설정된 제어 시나리오에 기초해서 제어 신호를 자동으로 생성하는 제어부와, 상기 제어 신호에 따라 구동력을 생성하는 구동부와, 상기 구동력을 전달받아 개폐되는 밸브를 포함할 수 있다.

[0019] 일 예에서 본 발명의 사이펀 여수로는, 상기 연장부보다 낮은 위치에서 상기 제방을 관통하여 상기 저류공간과 상기 유출부를 연결하는 바이패스관을 더 포함하고, 상기 바이패스관은, 상기 방류유닛보다 낮은 수위에서 물넘이를 허용하여, 상기 방류유닛에서 상기 사이펀 작용에 의한 방류가 발생하는 것을 촉진할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 이에 따라, 저류공간의 수량 증가에 따른 여수로의 방류량 변화를 보다 완만하게 할 수 있고, 하류에 발생하는 피해를 줄일 수 있다.

[0021] 또한, 부압의 양을 조절함으로써 사이펀 여수로를 통한 방류량을 사용자의 의도대로 정밀하게 조절할 수 있다.

[0022] 사이펀 여수로 내부의 압력을 조절함에 따라 공동현상을 방지해, 공동현상으로부터 발생하는 소음을 저감시키고 진동을 제거함으로써 댐의 안전성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로가 댐에 설치된 상황을 나타낸 측단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로의 압력조절유닛을 구성하는 구성요소들의 관계를 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로의 방류량 및 기존의 사이펀 여수로의 방류량과, 저류공간 내 수위 및 임계수위의 차이가 가지는 관계를 동시에 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0025] 또한, 본 발명의 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또

는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0026] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로(1)에 대해서 설명한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로(1)가 댐에 설치된 상황을 나타낸 측단면도이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로(1)는 일반적인 여수로와 같이 댐의 제방(3)에 얹어지는 형태로 배치된다.

[0029] 사이펀 여수로(1)는 제방(3) 위에 얹어진 파이프형 수로인 방류유닛(10) 및 방류유닛(10)에 연결되는 압력조절유닛(12)을 포함한다. 본 발명의 사이펀 여수로(1)는 유체(W)가 통과 및 방류될 수 있도록 구성되는데, 일반적인 경우 물이 상기 유체(W)로 사용될 것이다.

[0031] 방류유닛

[0032] 방류유닛(10)은 저류공간(2)의 수위가 소정 수위 이상일 때, 물을 사이펀 현상을 이용해 저류공간(2)으로부터 하류(4)로 방류함으로써 수위조절의 주 기능을 수행하는 구성요소이다. 방류유닛(10)은 댐의 제방(3)에 의해 형성된 저류공간(2)으로부터 제방(3)의 경사를 따라 제방(3)의 마루(31)까지 상향경사지며 연장되는 유입부(101), 마루(31)에 위치하고 유입부(101)로부터 연장되는 연장부(102) 및 마루(31)에서 연장부(102)로부터 하류(4)를 향해 제방(3)의 경사를 따라 하향경사지면서 연장되는 유출부(103)를 포함한다. 소정의 조건이 만족될 때, 물이 저장된 저류공간(2)으로부터 유입부(101)를 통해 방류유닛(10) 내부로 유입된다. 유입된 물은 순차적으로 연장부(102)와 유출부(103)를 통해 하류(4)로 배출된다.

[0033] 유출부(103)를 통해서 물이 배출될 때, 유출부(103) 내에서 물이 충돌하며 흘러내리는 폭포작용이 발생한다. 유출부(103)는 이러한 폭포작용이 발생하도록 내부에 소정 간격으로 돌출된 에어레이터(미도시)를 더 포함할 수 있다. 폭포작용에 의해 방류유닛(10) 내부의 공기가 물과 함께 유출부(103) 외부로 배출된다. 따라서 방류유닛(10) 내부의 압력이 줄어들어 부압이 형성되고, 유입부(101) 및 유입부(101)에 인접하게 위치한 물이 낮아진 내부 압력에 따라 연장부(102)로 이동한다. 연장부(102)로 이동한 물이 부압과 중력에 의해 유출부(103)로 하강하면서 사이펀 현상이 일어난다. 유입부(101)에 위치한 물이 연장부(102)를 거쳐 유출부(103)로 배출되고, 사이펀 현상이 일어남에 따라 다량의 물이 최초 배출된 물을 따라 유출부(103)로 배출된다.

[0034]

[0035] 압력조절유닛

[0036] 압력조절유닛(12)은 방류유닛(10) 내부로 외부 공기를 유입시켜 방류유닛(10) 내의 압력을 조절할 수 있는 구성요소이다. 압력조절유닛(12)이 방류유닛(10) 내의 압력을 조절함으로써, 방류유닛(10)을 따라 사이펀 작용에 의해 방류되는 유체의 양인 사이펀 방류량을 조절할 수 있다. 압력조절유닛(12)이 포함하는 통기경로(121)의 일단은 방류유닛(10)이 포함하는 연장부(102)의 상단에 연통되고, 타단은 외부로 개방됨으로써 연장부(102) 내부로 외부 공기를 유입시킬 수 있다. 압력조절유닛(12)은 또한 통기경로(121)의 개폐여부와 개도를 조절할 수 있는 밸브(122)를 포함하여, 상기 연장부(102) 내부로 유입되는 외부 공기의 양을 조절해 연장부(102) 내부에서 흐르는 유체의 압력의 크기를 조절할 수 있다.

[0037] 본 발명의 사이펀 여수로는 비상 통기경로(미도시)를 더 포함할 수 있다. 비상 통기경로는 본 발명의 일 실시예에 따른 통기경로(121)와 유사한 형태로 형성된다. 마찬가지로 비상 통기경로의 일단은 연장부(102)의 상단에 연통되고, 타단은 외부로 개방됨으로써 연장부(102) 내부로 외부 공기를 유입시킬 수 있다. 또한 비상 통기경로의 개폐여부를 조절할 수 있는 비상 밸브(미도시)를 포함한다. 다만 비상 통기경로는 압력조절유닛(12)이 포함하는 제어부(124), 구동부(123) 및 측정부(125)를 포함하지 않는다. 즉 비상 통기경로와 비상 밸브가 존재하여, 일반적인 에어벤트의 형상을 가진다. 비상 통기경로는 사이펀 여수로(1)의 사이펀 현상을 멈추고 방류를 일시에 중단시키기 위해 순간적으로 다량의 공기를 유입시키기 위해 구비된다. 비상 밸브의 개폐를 조절함으로써 순식간에 연장부(102) 내부가 대기압이 되도록 하여 사이펀 현상을 중단시키는 것이다.

[0039] 바이패스관

[0040] 저류공간(2) 내의 물이 만수위에 도달하기 이전에 사이펀 현상을 발생시키기 위한 방법으로, 바이패스를 이용하는 방법이 있다. 본 발명의 실시예에 따르면 사전에 유출부(103)를 통해 물이 배출되도록 하는 역할을 하는 바이패스관(11)을 사이펀 여수로(1)가 더 포함할 수 있다. 바이패스관(11)은 제방(3)을 관통하여 저류공간(2)과 방류유닛(10)의 유출부(103)를 연결하는 구성요소이다. 따라서 바이패스관(11)의 일단은 저류공간(2)과 연결되고, 타단은 방류유닛(10)의 유출부(103)와 연통된다. 바이패스관(11)은 제방(3)을 따라 경사지는 방류유닛(10)과 달리 제방(3)을 수평하게 관통하여 형성된다. 또한 바이패스관(11)은 저류공간(2)의 만수위 및 제방(3)의 마루(31)보다 낮은 위치에 배치된다. 따라서 바이패스관(11)을 통해, 저류공간(2)의 수위가 만수위가 도달하거나 방류유닛(10)을 통해 물이 배출되기 전에 하류(4)로 물이 사전 방류된다. 이렇게 바이패스관(11)을 통해 방류유닛(10)보다 낮은 수위에서 물넘이가 허용됨에 따라 유출부(103)로 배출된 물이 사이펀 현상을 촉진시킨다. 바이패스관(11)의 기능을 차단하기 위해 바이패스관(11)에는 개폐밸브(미도시)가 형성될 수 있다.

[0042] 방류량의 제어 원리

[0043] 방류유닛(10) 내의 사이펀 현상은 상술한 바와 같이 방류유닛(10) 내의 압력이 낮아지면서 물이 방류유닛(10) 내부를 타고 이동하여 생겨나는 것이다. 따라서 방류유닛(10), 특히 연장부(102) 내의 압력을 공기의 출입 제어를 통해 제어하면 사이펀 현상에 의해 배출되는 유량과 속도를 제어할 수 있다. 그 이유를 수식을 이용해 보다 자세히 살펴본다.

[0044] 현재 저류공간(2) 내의 수면상의 한 점을 PT1이라 하고, 방류유닛(10)의 연장부(102) 내 한 점을 PT2라고 하여, PT1에서의 물의 압력, 속도, 지면으로부터의 높이를 각각 p_1, v_1, z_1이라 하고, PT2에서의 물의 압력, 속도, 위치를 각각 p_2, v_2, z_1라고 하자. 유체의 압력수두, 속도수두, 위치수두의 합이 일정하다는 베르누이 방정식을 이용하여 저류공간(2)상의 PT1에서 물의 상태와 방류유닛(10) 내 PT2에서 물의 흐름을 비교하면 아래 수학식 1을 얻을 수 있다.

수학식 1

[0045]
$$\frac{p_1}{\gamma}+\frac{v_1^2}{2g}+z_1=\frac{p_2}{\gamma}+\frac{v_2^2}{2g}+z_2$$

[0047] 수학식 1에서 γ는 물의 밀도와 중력가속도의 곱인 비중량, g는 중력가속도이다. 이 중 좌변의 2번째 항은 저류공간(2)에 저장된 물의 속도수두에 관한 항이므로 무시할 수 있다. 다시 식을 정리하면 아래 수학식 2를 얻을 수 있다.

수학식 2

[0048]
$$\frac{v_2^2}{2g}=\frac{p_1}{\gamma}-\frac{p_2}{\gamma}+z_1-z_2$$

[0050] p_1은 개방된 저류공간(2) 수면에서의 압력이므로 대기압과 같고, 유입수위인 z_1과 방류유닛(10) 내의 PT2의 높이인 z_2는 일정하다. 따라서 방류유닛(10) 내의 물이 PT2에서 가지는 압력인 p_2를 조절함으로써 PT2에서의 물의 속도인 v_2를 제어할 수 있다. 방류유닛(10) 내의 유량은 v_2와 변하지 않는 방류유닛(10)의 단면적의 곱으로 표현할 수 있으므로, v_2에 종속적이다. 따라서 PT2지점의 압력을 조절함으로써 방류유닛(10)의 유량을 조절할 수 있는 것이다.

[0051] 수학식 1 및 2에 나타난 p_2는 부압이어서 대기압보다 높아질 수 없으므로, 압력차 $p_1 - p_2$ 는 항상 양의 값을 가

지게 된다. p_2를 감소시킬수록 압력차가 커지고, 높이수두의 차이는 변하지 않으므로 v_2가 커지게 된다. 반면 p_2를 증가시킬수록 압력차가 작아져 v_2의 값이 감소한다. 이러한 압력과 속도의 관계를 이용하여, 후술할 압력조절유닛(12)은 방류유닛(10)의 내부 압력을 조절함으로써 사이펀 방류량을 결정한다.

[0052] 압력조절유닛(12)을 제어하는 구성요소들에 대해서는 도 2를 참조하여 더 서술한다.

[0053] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로(1)의 압력조절유닛(12)을 구성하는 구성요소들의 관계를 나타낸 블록도이다.

[0054] 압력조절유닛(12)은 방류유닛(10)의 연장부(102) 내에 배치되어 방류유닛(10) 내부의 압력을 측정하는 측정부(125)와, 밸브(122)의 개도를 제어하도록 제어 신호를 생성하는 제어부(124)와, 제어 신호에 따라 작동하여 구동력을 생성하는 구동부(123)와, 구동부(123)로부터 구동력을 받아 개폐되고, 연장부(102)의 내부를 외부와 연통시킨 통기경로(121)에 구비되는 밸브(122)를 포함할 수 있다.

[0055] 측정부(125)는 방류유닛(10)의 연장부(102)와 인접하게 배치되어 방류유닛(10) 내부의 압력을 측정하는 장치이다. 측정부(125)는 통기경로(121) 내에 배치되어, 직접적으로는 통기경로(121) 내의 공기 압력을 측정한다. 통기경로(121) 내의 공기 압력이 연장부(102) 안을 흐르는 유체의 표면 압력과 동일하거나 차이가 크지 않을 것이므로, 흐르는 유체의 압력을 공기 압력으로부터 간접적으로 측정하는 것이다.

[0056] 측정부(125)로서 유체의 압력을 측정하는 압력계가 사용될 수 있다. 측정부(125)는 압력의 측정을 위해 측정하고자 하는 유체가 접촉할 수 있는 입력부(미도시)를 구비할 수 있다. 입력부가 통기경로(121) 내에 배치됨으로써, 방류유닛(10) 내부의 압력을 측정해 제어부(124)로 전달할 수 있다.

[0057] 제어부(124)는 측정부(125)가 측정한 방류유닛(10) 내부의 압력 정보를 전달받아 판단 과정을 거쳐 제어 신호를 생성한다. 제어부(124)는 방류유닛(10)에 요구되는 사이펀 방류량에 기초해서 설정된 목표 압력이 저장된 저장매체(미도시)를 더 포함할 수 있다. 제어부(124)는 저장된 목표 압력을 저장 매체로부터 읽어들이고, 측정부(125)에 의해 측정된 방류유닛(10) 내부의 측정 압력이 상기 목표 압력에 도달하도록 밸브(122)의 개도를 제어하는 제어 신호를 생성함으로써 사이펀 방류량을 알맞게 조절할 수 있다. 또한 제어부(124)는 사이펀 작용에 의해서 방류가 시작되면, 방류유닛(10)의 내부 압력을 소정의 범위 내로 유지하도록 밸브(122)를 제어할 수 있다. 제어부(124)는 측정 압력이 상기 범위의 소정의 상한값 이상일 때 밸브(122)를 폐쇄하는 제어를 수행하고, 측정 압력이 상기 범위의 소정의 하한값 이하일 때 밸브(122)를 개방하는 제어를 수행하여 사이펀 방류량을 알맞게 조절할 수 있다. 상기 상한값과 하한값은, 사이펀 작용에 의한 방류를 허용하는 압력 범위 내에서 설정된 값이다. 특히 하한값은, 방류유닛(10) 내부의 온도 등의 환경 조건을 기준으로, 방류되는 유체의 포화증기압보다 높은 압력으로 설정될 수 있다. 사이펀 작용에 의한 방류 중에 공동현상이 발생해 진동이 증가함으로써 댐의 안전성에 악영향을 주는 것을 방지하기 위함이다.

[0058] 상기 상한값과 하한값의 중간값, 즉 상기 범위의 중간값을 설정압력이라고 하자. 상기 상한값과 설정압력의 차이 또는 하한값과 설정압력의 차이를 유격압력이라고 하자. 이 경우 상기 방류유닛(10)의 내부 압력의 범위는 설정압력을 중심으로 유격압력만큼의 크기를 가지는 압력 범위로 나타낼 수 있다. 또한 상한값은 기준값인 설정압력에서 소정값인 유격압력을 더한 값으로 정의될 수 있고, 하한값은 기준값인 설정압력에서 소정값인 유격압력을 뺀 값으로 정의될 수 있다.

[0059] 설정압력은 기 설정된 압력치로, 사용자가 목표하고자 하는 이상적인 사이펀 방류량을 형성할 수 있는 방류유닛(10) 내부의 압력치를 의미한다. 유격압력 또한 압력치로, 본 발명의 사이펀 여수로(1)가 취하고자 하는 사이펀 현상을 발생시킬 수 있는 내부 압력 범위의 크기와 같다.

[0060] 이러한 설정압력과 유격압력의 변화량을 다이얼 조작, 나사 조임 등의 방식으로 입력할 수 있도록, 설정압력 조절부와 유격압력 조절부가 제어부(124)에 구비될 수 있다. 기준값인 설정압력이 설정압력 조절부를 통해 증감됨으로써, 상기 상한값과 하한값이 변경될 수 있다. 또한 소정값인 유격압력이 유격압력 조절부를 통해 조절됨으로써, 상기 상한값과 하한값이 변경될 수 있다.

[0061] 구체적으로, 사용자가 설정압력 조절부를 이용해 기준값을 증감시키는 경우, 상한값과 하한값의 중간값인 기준값이 변경된다. 따라서 상한값과 하한값이 기준값의 변화량만큼 같이 증가하거나 감소한다. 사용자가 유격압력 조절부를 이용해 상한값과 기준값의 차이 또는 하한값과 기준값의 차이인 소정값을 증가시킬 수 있다. 따라서 상한값은 소정값의 증가량만큼 증가하고, 하한값은 소정값의 증가량만큼 감소한다. 또한 반대로, 사용자가 유격압력 조절부를 이용해 소정값을 감소시킬 수 있다. 상한값은 소정값의 감소량만큼 감소하고, 하한값은 소정값의

감소량만큼 증가한다. 사용자가 설정압력 조절부 및 유격압력 조절부를 조작함으로써, 상황 및 환경에 따라 적합한 압력 범위를 설정할 수 있는 것이다.

[0062] 이 밖에도 제어부(124)는 기 설정된 제어 시나리오에 따라 제어 신호를 생성하여 구동부(123)를 구동함으로써 밸브(122)의 개도를 제어할 수 있다. 제어 시나리오는 조건에 따라 어떠한 제어 신호를 생성할 것인지를 결정해 놓은 것으로, 시간에 따라 밸브(122) 개도를 조절하도록 생성될 수도 있고, 설정압력과 유격압력 값을 시간에 따라 변경하도록 생성될 수도 있다. 제어 시나리오는 밸브(122)의 개도가 점진적으로 증가하도록 제어 시나리오가 작성될 수도 있고, 밸브(122)의 개도가 불연속적으로 증가하도록 작성될 수도 있다. 다만 설명한 제어 시나리오는 예시일 뿐이며, 환경에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0063] 구동부(123)는 제어부(124)가 생성한 제어 신호를 전달받아 구동되는 구성요소로, 구동력을 발생시켜 밸브(122)에 전달한다. 따라서 구동부(123)는 구동력을 발생시킬 수 있는 모터 등의 장치를 포함할 수 있으며, 구동력을 발생시키기 위한 에너지를 공급하는 전력원 또는 기타 에너지원에 연결될 수 있다.

[0064] 밸브(122)는 통기경로(121)의 개폐를 결정하는 구성요소로, 유로를 막을 수 있도록 형성된다. 밸브(122)는 구동력을 받아 변형됨으로써 개도가 조절될 수 있도록 형성된다. 따라서 구동부(123)가 전달한 구동력에 따라 밸브(122)의 개도가 조절된다. 밸브(122)가 닫히면, 통기경로(121)의 유로는 차단되어 더 이상 통기경로(121)를 통해 공기의 유출입이 이루어지지 않게 된다. 밸브(122)가 열리면, 유로가 개방되어 통기경로(121)를 통해 공기의 유출입이 일어난다.

[0065] 밸브(122)는 구동부(123)에 연결되어 구동력을 전달받음에 따라 개폐가 조절되는 종동식의 기계식 밸브(122)로 구성될 수도 있으나, 제어부(124)에 의해 직접적으로 제어되어 전기적 신호에 의해 개폐가 이루어지는 전자식 밸브(122)로 구성될 수도 있다.

[0066] 밸브(122)가 작동 가능한 압력 범위는 진공을 포함한다. 또한 밸브(122)를 작동시키는 유체로 물이 사용될 수 있다.

[0067] 이러한 압력조절유닛(12)의 구조를 통해 방류유닛(10) 내의 압력 조절이 이루어질 수 있고, 압력 조절에 따라 방류량 조절이 이루어질 수 있다.

[0068] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로(1)의 방류량 및 기존의 사이펀 여수로의 방류량과, 저류공간(2) 내 수위 및 임계수위의 차이가 가지는 관계를 동시에 도시한 그래프이다. 그래프의 가로축은 초당 입방미터 단위로 나타낸 사이펀 여수로(1)의 방류량이고, 세로축은 미터로 나타낸, 저류공간(2)의 현재 수위에서 임계수위를 차감해서 얻은 수위차이다.

[0069] 임계수위란, 사이펀 작용에 의해 방류가 시작되는 저류공간(2)의 수위를 의미한다. 도 3의 기존 사이펀 여수로 방류량 그래프(51)를 참조하면, 기존 사이펀 여수로의 방류량은 저류공간 내 수위가 임계수위에 다다르자 마자 급격하게 증가한다. 기존 사이펀 여수로의 방류량은 임계수위에서 급격히 증가한 이후 선형적으로 증가하는 경향을 보인다. 따라서 기존 사이펀 여수로의 경우 불연속적인 방류량의 증가로 인해 하류 지역의 피해 위험이 높다.

[0070] 그러나 본 발명의 일 실시예에 따른 사이펀 여수로(1)의 경우, 상술한 바와 같이 압력 조절이 가능한 압력조절유닛(12)을 이용해 방류유닛(10) 내부의 압력을 조절할 수 있다. 제어부(124)는 임계수위 직후부터 선형적으로 사이펀 방류량이 증가하도록 목표 압력을 설정할 수 있다. 따라서 제어부(124)는 목표 압력에 방류유닛(10) 내부의 압력을 맞추기 위해 제어 신호를 생성할 것이고, 밸브가 제어됨에 따라 방류량이 임계수위 직후부터 선형적으로 증가할 수 있다. 보다 완만한 방류량의 변화로 인해 하류(4)의 안전성이 향상될 수 있다.

[0071] 상술한 바와 같이 압력조절유닛(12)은 방류유닛(10)에 요구되는 사이펀 방류량에 기초해서 설정된 목표 압력에 측정 압력이 도달하도록 밸브(122)의 개도를 제어할 수 있다. 여기서 제어부(124)는 방류유닛(10)에 요구되는 사이펀 방류량이 임계수위와 저류공간(2)의 현재 수위의 차이에 선형으로 비례하여 변화하도록 목표 압력을 설정할 수 있다. 완만한 방류량의 변화를 위함이다. 도 3의 본 발명의 사이펀 여수로(1) 방류량 그래프(52)를 참조하면, 임계수위에서 사이펀 방류량이 불연속적으로 증가하지 않고, 선형으로 차츰 증가한다. 따라서 하류(4)에 발생하는 피해를 줄일 수 있다.

[0072] 임계수위와 현재 수위의 차이를 비교하기 위하여, 본 발명의 사이펀 여수로(1)는 수위계(미도시)를 더 포함할 수 있다. 수위계는 저류공간(2)의 수위를 계측함으로써, 이를 압력조절유닛(12)의 제어부(124)에 전달한다. 제어부(124)는 전달받은 현재 저류공간(2) 수위에 따라 구동부(123)를 제어한다.

[0073] 저류공간(2)의 수위와 무관하게 시간의 경과에 따라서 방류유닛(10)에 요구되는 사이펀 방류량이 변화하도록 제어부(124)는 목표 압력을 설정할 수 있다. 방류유닛(10)에 요구되는 사이펀 방류량이, 사이펀 작용에 의해 방류가 시작된 시점으로부터 경과된 시간에 선형으로 비례하여 변화하도록 목표 압력이 설정되는 것이다. 이 경우 임계수위에 다다르자마자 불연속적으로 사이펀 방류량이 증가하지 않고 점진적으로 증가하게 되어 하류(4)에 발생하는 피해를 줄일 수 있다.

[0074] 목표 압력은 사이펀 방류량과 함께 저류공간(2)의 수위감소 정도에 기초해서 제어부(124)에 의해 설정될 수 있다. 저류공간(2)의 수위감소가 지나치게 빠르게 이루어지는 경우, 목표 압력을 증가시켜 방류량을 다소 감소시킬 수 있다. 감소된 방류량에 의해 저류공간(2)의 수위감소 속도 역시 감소된다.

[0075] 다만 상술한 조건에 따라 사이펀 방류량이 증가하도록 목표 압력을 설정하는 경우, 저류공간(2)의 수위 상태 외에도 하류(4) 측의 상태를 고려하는 것이 필요하다. 예를 들어, 만일 저류공간(2)의 수위감소가 느리게 이루어지고 있으나 하류(4)의 수위가 더 이상의 방류량 증가를 받아들이기 어려운 경우, 댐의 안전성을 유지할 수 있는 한도 내에서 목표 압력은 사이펀 방류량을 유지하거나 감소시키는 방향으로 설정되어야 할 것이다.태풍이나 장마와 같이 지속적으로 큰 규모의 강우량이 발생하는 경우, 저류공간(2)의 수위가 급격히 상승한다. 저류공간(2)의 가용 용량을 넘어서는 물이 저류공간(2)에 저장되게 되면, 댐에 문제가 생기거나 월류가 발생할 것이다. 일반적인 여수로의 경우 천천히 방류가 일어나 비교적 하류가 큰 방류량을 대비할 시간적 여유를 줄 수 있을 것이나, 사이펀 여수로는 임계수위에 도달해야만 방류가 일어나므로 급격히 방류량이 증가하여 하류에 큰 피해를 줄 수 있다.

[0076] 본 발명의 사이펀 여수로(1)의 경우, 방류량을 수위차에 비례하여 증가시킴으로써 서서히 방류를 시작해 이러한 댐이나 저수지의 안전성을 확보한다. 동시에 본 발명의 사이펀 여수로(1)는, 사이펀 방식을 이용할 경우 발생하는 하류(4) 지역의 피해를 막기 위해, 임계수위에서의 급격한 방류량 증가를 피하도록 설계된다.

[0077] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재할 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0078] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0080] 1: 사이펀 여수로 2 : 저류공간

3 : 제방 4 : 하류

10 : 방류유닛 11 : 바이패스관

12 : 압력조절유닛 31 : 마루

51 : 기존의 사이펀 여수로 방류량 그래프

52 : 본 발명의 사이펀 여수로 방류량 그래프

101 : 유입부　　102 : 연장부

103 : 유출부　　121 : 통기경로

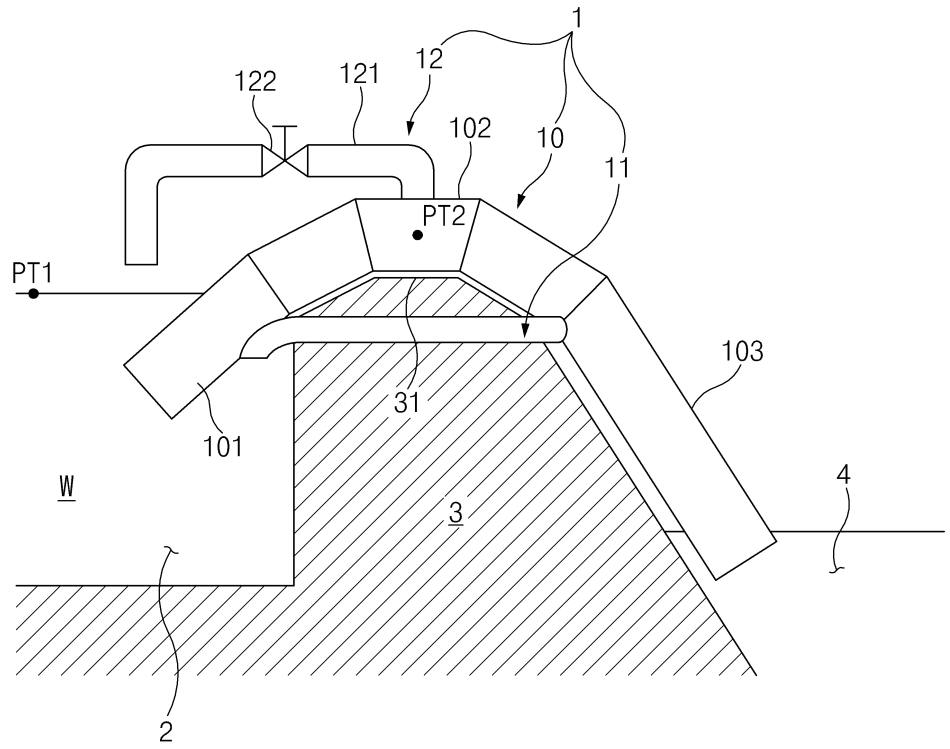
122 : 밸브　　123 : 구동부

124 : 제어부　　125 : 측정부

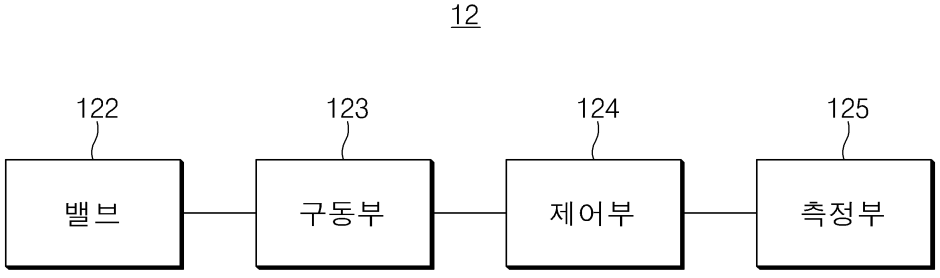
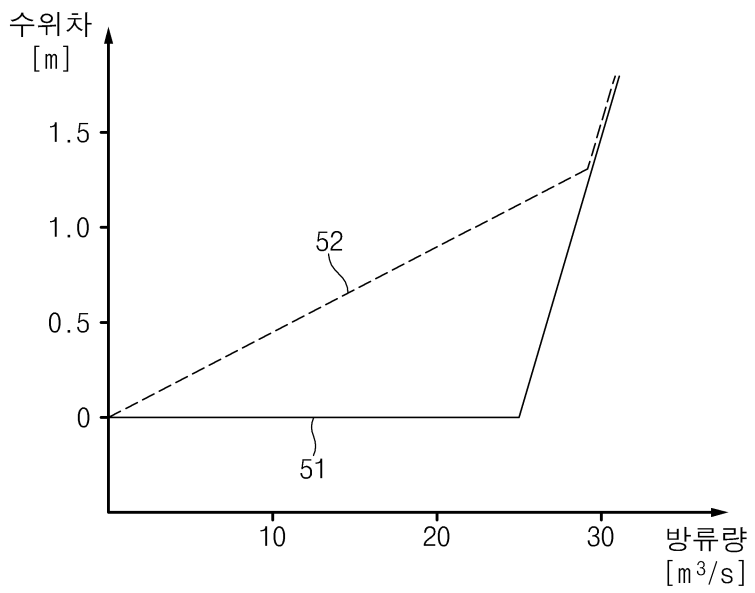
W : 유체

도면

도면1



도면2



도면3