(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0060326
(43) 공개일자 2020년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 11/02 (2006.01) *B01F 3/04* (2006.01)
B06B 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01F 11/0266 (2013.01)
B01F 11/0291 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0061657(분할)
(22) 출원일자 2020년05월22일
심사청구일자 2020년05월22일
(62) 원출원 특허 10-2018-0065739
원출원일자 2018년06월08일
심사청구일자 2018년06월08일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이승엽
서울특별시 서초구 방배중앙로21길 55, 303동 1203호
서한복
서울특별시 도봉구 도봉로 136길 111 창동현대2차 아파트 203-702
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김현진

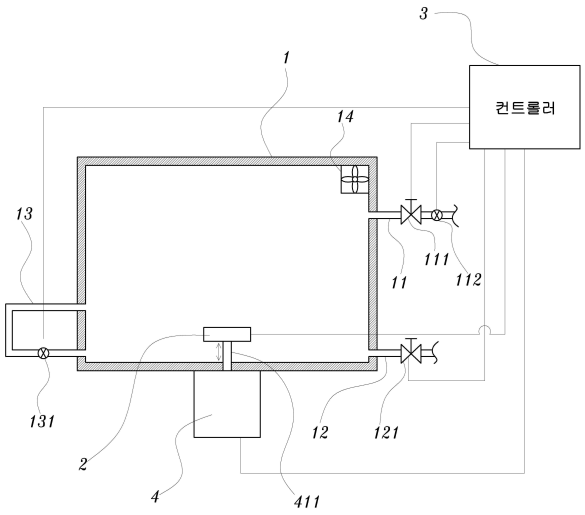
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **초음파 이용 고농도 미세기포를 제조하는 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 초음파 이용 고농도 미세기포를 제조하는 장치 및 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 초음파를 이용하여 미세기포의 생성시 포그의 발생을 제어하여 고농도의 미세기포를 제조할 수 있으며, 다양한 크기와 농도를 가지는 미세기포를 용이하게 제조할 수 있고, 간단한 구조를 통해 소형화를 이룰 수 있고 빠른 시간 내에 미세기포를 제조할 수 있는 초음파 이용 고농도 미세기포를 제조하는 장치 및 방법에 대한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01F 3/04978 (2013.01)
B06B 1/02 (2013.01)
B01F 2003/04858 (2013.01)
(72) 발명자
박은애
경남 거제시 수양로 146-2
정세윤
경기도 용인시 기흥구 구성로63번길 8 필하우스 904호

명 세 서

청구범위

청구항 1

물을 수용하는 물탱크와; 상기 물탱크 내에 수용된 물에 초음파를 가하는 초음파 진동자와; 상기 초음파 진동자의 작동을 제어하여, 미세 기포의 발생시 포그의 생성량을 조절함으로써, 물에 포함된 미세 기포의 사이즈와 농도를 조절하는 컨트롤러;를 포함하고,

상기 컨트롤러는 상기 물탱크 내에 일정 수위로 물이 공급되도록 제어하는 물공급부를 포함하며,

상기 물탱크 내 수면과 물탱크 상면 사이에는 일정 간격이 형성되어 수면 위에서 생성된 포그가 위치할 수 있는 일정 공간이 형성될 수 있도록, 상기 물공급부는 상기 물탱크에 일정량의 물을 공급하는 것을 특징으로 하는 미세기포 제조장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는

특정 사이즈와 농도를 가지는 기포를 생성하기 위해, 기저장된 설정테이블에 따라, 상기 초음파 진동자가 물에 초음파를 가하는 작동을 제어하여 미세 기포의 발생시 포그 발생량을 조절하는 포그조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세기포 제조장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

초음파 진동자의 설치 위치, 물의 수위, 사용되는 초음파 진동자의 개수, 초음파 진동자가 발생시키는 초음파 주파수 및 초음파 진동자의 직경 중의 어느 하나 이상의 조절을 통해, 미세 기포 생성시 포그가 발생하거나 발생하지 않도록 하는 것이 가능하며, 포그의 발생량을 조절하는 것이 가능한 것을 특징으로 하는 미세기포 제조장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초음파 이용 고농도 미세기포를 제조하는 장치 및 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 초음파를 이용하여 미세기포의 생성시 포그의 발생을 제어하여, 고농도의 미세기포를 제조할 수 있으며, 다양한 크기와 농도를 가지는 미세기포를 용이하게 제조할 수 있고, 간단한 구조를 통해 소형화를 이룰 수 있고 빠른 시간 내에 미세기포를 제조할 수 있는 초음파 이용 고농도 미세기포를 제조하는 장치 및 방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 나노버블수란 산소, 수소 등의 기체를 나노 사이즈의 버블로 물에 잔류시킨 것을 말하며, 음용용, 피부 개선용, 오염물질 정화용, 세포 배양용 등의 다양한 분야에서 널리 이용되고 있다. 이와 같은 이유로, 나노버블을 제조하기 위한 다양한 장치 및 방법이 개발되고 있는데, 하기 특헌문헌은 초음파 진동자를 이용하여 나노버블을 제조하는 장치의 일 예를 개시하고 있다.

[0003] <특허문헌>

[0004] 특허 제10-1243012호(2013. 03. 06. 등록) "미세기포 발생장치"

[0005] 상기 나노버블의 특성은 그 크기와 농도에 의존적이며, 이러한 나노버블의 특성을 이용한 응용분야에서도 버블의 크기와 농도에 따라 상이한 효율을 가진다. 예컨대, 조골세포(MC3T3)를 나노버블이 섞인 배지에서 배양하였을 때 나노버블의 함량이 20%일때보다 10%일때 세포의 성장률이 높다고 알려져 있다. 이와 같이, 다른 응용분야에 대해서도 최적 또는 최대 효율을 가지는 나노버블의 크기 및 농도가 존재할 것으로 예상된다.

[0006] 하지만, 종래의 나노버블 제조장치는 버블의 크기 및 농도의 조절이 제한적이라는 한계가 존재한다. 하나의 장치로는 고정된 크기와 농도의 버블만 제작이 가능하거나, 크기를 변경할 수 있는 장치에서는 농도가 크기에 의존적이기 때문에 사용자가 원하는 대로 농도를 조절하기 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로,

[0008] 본 발명은 초음파를 이용하여 미세기포의 생성시 포그의 발생을 제어하여, 고농도의 미세기포를 제조할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 또한, 본 발명은 다양한 크기와 농도를 가지는 미세기포를 용이하게 제조할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 간단한 구조를 통해 소형화를 이룰 수 있고 빠른 시간 내에 미세기포를 제조할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 앞서 본 목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 구성을 가진 실시예에 의해서 구현된다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 미세기포 제조장치는 물을 수용하는 물탱크와; 상기 물탱크 내에 수용된 물에 초음파를 가하는 초음파 진동자와; 상기 초음파 진동자의 작동을 제어하여, 미세 기포의 발생시 포그의 생성량을 조절함으로써, 물에 포함된 미세 기포의 사이즈와 농도를 조절하는 컨트롤러;를 포함하고, 상기 컨트롤러는 상기 물탱크 내에 일정 수위로 물이 공급되도록 제어하는 물공급부를 포함하며, 상기 물탱크 내 수면과 물탱크 상면 사이에는 일정 간격이 형성되어 수면 위에서 생성된 포그가 위치할 수 있는 일정 공간이 형성될 수 있도록, 상기 물공급부는 상기 물탱크에 일정량의 물을 공급하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 미세기포 제조장치에 있어서 상기 컨트롤러는 특정 사이즈와 농도를 가지는 기포를 생성하기 위해, 기저장된 설정테이블에 따라, 상기 초음파 진동자가 물에 초음파를 가하는 작동을 제어하여 미세 기포의 발생시 포그 발생량을 조절하는 포그조절부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 미세기포 제조장치에 있어서 초음파 진동자의 설치 위치, 물의 수위, 사용되는 초음파 진동자의 개수, 초음파 진동자가 발생시키는 초음파 주파수 및 초음파 진동자의 직경 중의 어느 하나 이상의 조절을 통해, 미세 기포 생성시 포그가 발생하거나 발생하지 않도록 하는 것이 가능하며, 포그의 발생량을 조절하는 것이 가능한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 앞서 본 실시예와 하기에 설명할 구성과 결합, 사용관계에 의해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0016] 본 발명은 초음파를 이용하여 미세기포의 생성시 포그의 발생을 제어하여, 고농도의 미세기포를 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0017] 또한, 본 발명은 다양한 크기와 농도를 가지는 미세기포를 용이하게 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한, 본 발명은 간단한 구조를 통해 소형화를 이룰 수 있고 빠른 시간 내에 미세기포를 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세기포 제조장치의 개략 구성도.

도 2는 도 1의 컨트롤러의 세부구성을 나타내는 블럭도.

도 3 및 4는 도 1의 미세기포 제조장치를 이용하여 미세 기포를 제조하는 방법을 설명하기 위한 참고도.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세기포 제조방법을 설명하기 위한 실험 장치의 모식도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서는 본 발명에 따른 초음파 이용 고농도 미세기포를 제조하는 장치 및 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 특별한 정의가 없는 한 본 명세서의 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 기술자가 이해하는 당해 용어의 일반적 의미와 동일하고, 만약 본 명세서에 사용된 용어의 의미와 충돌하는 경우에는 본 명세서에 사용된 정의에 따른다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 이용 고농도 미세기포 제조 장치를 도 1 및 4를 참조하여 설명하면, 상기 미세기포 제조 장치는 물을 수용하는 물탱크(1)와; 상기 물탱크(1) 내에 수용된 물에 초음파를 가하는 초음파 진동자(2)와; 상기 초음파 진동자(2)의 작동을 제어하여, 미세기포 발생시 포그의 생성량을 조절함으로써, 물에 포함된 미세 기포의 사이즈와 농도를 조절하는 컨트롤러(3);를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명을 설명하기에 앞서 종래의 초음파 진동자를 이용하여 미세기포를 생성하는 원리 및 문제점을 살펴보면, 물 속에 위치하는 초음파 진동자는 물에 초음파를 가하여 물을 진동시켜 미세기포를 발생시킨다. 이때, 초음파의 직진성에 의해 초음파는 일정 범위에서만 영향을 미치며, 초음파 진동자의 작동시 발생하는 압력장(pressure field)은 물의 높이에 따라 다른 특성을 가진다. 초음파 진동자의 표면에 가까운 쪽에는 이동 압력장(traveling pressure field)이 발생하여 생성된 기포가 진동자와 멀어지는 방향으로 이동하는데 반해, 초음파 진동자의 표면과 먼 쪽에 발생하는 스탠딩 웨이브 필드(standing wave field)에서는 기포들이 일정 간격을 두고 특정한 곳에 모이게 된다. 상기 기포들은 진동자의 웨이브 필드 내에서 서로 간에 인력(Bjerknes force)이 작용하기 때문에, 서로 합쳐져 크기가 커지는 융합(coalescence)가 발생하고, 이로 인해 농도가 줄어들게 된다. 따라서, 작은 사이즈와 고농도의 미세 기포를 생성하는 것이 어렵게 된다. 이에 따라, 본 발명은 초음파 진동자에 의해 기포 생성시, 수면 위로 포그(fog)가 생성되도록 하여, 즉 상기 포그가 합쳐지기 전의 기포들을 운반하는 역할을 하여 물탱크 전반의 기포를 순환시킴을 이용하여, 작은 사이즈의 버블을 고농도로 제조할 수 있게 된다. 또한, 본 발명은 포그의 발생(량)을 조절하여 생성되는 기포의 사이즈와 크기를 조절하는 것이 가능하게 된다(포그의 발생이 없거나 작은 경우 포그의 발생이 많은 경우보다미세기포의 융합이 이루어져 더 큰 사이즈를 가지게 됨). 또한, 본 발명은 포그에 의해 생성된 기포가 합쳐지지 않고 순환하므로 빠른 시간에 원하는 미세 기포를 생성할 수 있다. 또한, 본 발명은 멤브레인 등을 이용하여 작은 크기 및 고농도의 미세 기포를 제조하는 방법에 비해, 본 발명은 초음파를 이용함에도 작은 크기 및 고농도의 미세 기포를 제조할 수 있고 초음파를 이용함에 따른 소형화가 가능한 특징이 있다.

[0024] 상기 물탱크(1)는 물을 수용하는 구성으로, 유입로(11), 배출로(12), 순환로(13), 가압부(14) 등을 포함한다.

[0025] 상기 유입로(11)는 일단이 물탱크(1)와 연통되어 상기 물탱크(1) 내에 물이 공급되도록 하는 구성으로, 상기 유입로(11)를 개폐하는 밸브(111), 상기 유입로(11)를 통해 상기 물탱크(1) 내로 물이 이동하도록 힘을 가하는 펌프(112) 등을 포함한다.

[0026] 상기 배출로(12)는 일단이 물탱크(1)와 연통되어 미세 기포가 형성된 상기 물탱크(1) 내의 물이 배출되도록 하는 구성으로, 상기 배출로(12)를 개폐하는 밸브(121) 등을 포함한다.

[0027] 상기 순환로(13)는 일단은 물탱크(1)의 하단에 연통되고 타단은 물탱크(1)의 상기 하단보다 상측에 연통되어 상기 물탱크(1) 내의 물이 순환하도록 하는 구성으로, 상기 순환로(13)를 통해 물이 이동하도록 하는 힘을 가하는 펌프(131) 등을 포함한다.

[0028] 상기 가압부(14)는 상기 물탱크(1) 내에서 수면 위에 형성된 포그를 유동시키는 구성으로, 예컨대 송풍기 등이 사용될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 상기 물탱크(1)에는 외부 공기가 유입되는 공기유입로가 형성될 수 있다. 상기 공기유입로를 통해 공기가 유입될 수 있고, 또는 특정 기체(산소, 수소 기체 등)가 유입될 수 있다.

[0030] 상기 초음파 진동자(2)는 상기 물탱크(1) 내에 수용된 물에 초음파를 가하는 구성으로, 종래의 초음파 진동자가 사용될 수 있다. 상기 초음파 진동자(2)는 복수 개가 다양한 위치에 설치되는 것도 가능하며, 마개(미도시) 등에 의해 끼워져 상기 물탱크(1) 내부에 위치하는 것도 가능하다. 앞서 설명한 바와 같이, 물 속에 위치하는 초

음파 진동자(2)는 초음파를 발생시켜 물에 진동을 가하여 물 속에 미세 기포가 형성되도록 하는데, 이때 동시에 수면 위에서는 포그(안개)가 형성되도록 할 수 있다. 초음파 진동자의 설치 위치, 물의 수위, 사용되는 초음파 진동자의 개수, 초음파 진동자가 발생시키는 초음파 주파수, 초음파 진동자의 직경 등의 다양한 조건에 따라, 미세 기포 생성시 포그가 발생하거나 발생하지 않도록 하는 것이 가능하며, 포그의 발생량을 조절하는 것이 가능하다. 즉, 물 속에 위치하는 초음파 진동자를 작동시키면 반드시 미세 기포는 발생하게 되나 수면 위에서 포그가 발생하거나 발생하지 않도록 할 수 있으며, 포그가 발생하는 경우 포그의 발생량을 조절할 수 있다. 예컨대, 초음파 진동자가 물의 수면에 가깝게 위치할수록 포그가 많이 발생하게 된다.

[0032] 상기 컨트롤러(3)는 상기 초음파 진동자(2)의 작동을 제어하여, 포그의 생성량을 조절함으로써, 물에 포함된 미세 기포의 사이즈와 농도를 조절하는 구성으로, 물공급부(31), 물배출부(32), 순환부(33), 전원공급부(34), 포그조절부(35), 저장부(36), 제어부(37) 등을 포함한다.

[0033] 상기 물공급부(31)는 상기 물탱크(1) 내에 일정 수위로 물이 공급되도록 제어하는 구성으로, 예컨대 밸브(111)를 제어하여 유입로(11)를 개방시키고 펌프(112)를 일정 시간 동안 작동시켜 상기 물탱크(1)에 일정 수위로 물이 공급되도록 할 수 있다. 상기 물탱크 내 수면과 물탱크 상면 사이에는 일정 간격이 형성되도록, 즉 수면 위에서 생성된 포그가 위치할 수 있는 일정 공간이 형성될 수 있도록, 상기 물공급부(31)는 상기 물탱크(1)에 물을 공급하게 된다.

[0034] 상기 물배출부(32)는 미세 기포가 포함된 물이 상기 물탱크(1)에서 배출되도록 제어하는 구성으로, 예컨대 밸브(121)을 제어하여 배출로(12)를 개방시켜 미세 기포가 포함된 물이 배출되도록 할 수 있다.

[0035] 상기 순환부(33)는 상기 물탱크(1) 내의 물이 물이 순환되도록 제어하는 구성으로, 예컨대 펌프(131)를 제어하여 순환로(13)를 통해 물이 순환하도록 할 수 있다.

[0036] 상기 전원공급부(34)는 상기 초음파 진동자(2)를 작동시키는 전원을 공급하는 구성이다.

[0037] 상기 포그조절부(35)는 특정 사이즈와 농도를 가지는 기포를 생성하기 위해 저장부(36)에 저장된 설정테이블에 따라, 상기 초음파 진동자가 물에 초음파를 가하는 작동을 제어하여 포그 발생량을 조절하는 구성으로, 조절모듈(351), 조합모듈(352) 등을 포함한다. 일반적으로 상기 포그조절부(35)에 의해 미세 기포의 생성시 포그를 발생시키는 경우 포그를 발생시키지 않는 경우 보다 작은 사이즈 및 고농도를 가지는 미세 기포를 생성할 수 있고, 포그의 생성량이 많은 경우 적은 경우보다 작은 사이즈 및 고농도를 가지는 미세 기포를 생성할 수 있게 된다. 앞서 설명한 바와 같이, 다양한 방법한 방법의 의해 초음파 진동자의 작동에 의해 포그의 발생량을 조절하는 것이 가능한데, 이하에서는 초음파 진동자(2)의 위치를 조절하는 위치조절부(4)의 작동을 상기 포그조절부(35)가 제어하여 포그의 생성량을 조절함으로써 생성된 미세 기포의 사이즈와 농도를 조절하는 것을 일 예로 들어 설명하기로 한다. 상기 위치조절부(4)는 상기 초음파 진동자(3)의 물탱크(1) 내에서의 위치를 조절하는 구성으로, 모터, 실린더를 등을 사용하는 종래의 기술이 사용될 수 있으면, 예컨대 물탱크의 하면에 실린더(41)가 설치되고 실린더축(411)에 초음파 진동자(2)가 설치되어 실린더(41) 작동에 의해 초음파 진동자(2)가 승하강하여 위치를 조절할 수 있게 된다.

[0038] 상기 조절모듈(351)은 상기 위치조절부(4)를 제어하여 초음파 진동자(3)를 물 내의 특정 위치에 위치시킨 후 전원공급부(34)가 초음파 진동자(3)에 일정 시간 전원을 공급하도록 하여 특정량의 포그가 발생되도록 하는 구성으로, 상기 저장부(36)에는 초음파 진동자(3)가 물 내에서 특정 위치에 위치할 경우 발생되는 포그량에 대한 정보가 기재되어 있고 특정 포그량에 따라 생성되는 미세기포의 사이즈 및 농도에 대한 정보가 기재되어 있으므로, 상기 조절모듈(351)이 위치조절부(4)의 작동을 제어하여 포그 발생량을 제어함으로써 특정 사이즈와 농도를 가지는 미세기포를 제조할 수 있다.

[0039] 상기 조합모듈(352)은 도 3에 도시된 바와 같이 상기 위치조절부(4)를 제어하여 초음파 진동자(3)를 물 내의 제1의 위치에 위치시킨 후 전원공급부(34)가 초음파 진동자(3)에 일정 시간 전원을 공급하도록 하여 일정량의 포그가 발생되도록 하고, 연이어 도 4에 도시된 바와 같이 상기 위치조절부(4)를 제어하여 초음파 진동자(3)를 물 내의 제2의 위치에 위치시킨 후 전원공급부(34)가 초음파 진동자(3)에 일정 시간 전원을 공급하도록 하여 일정량의 포그가 발생되도록 하는 구성으로, 제1의 위치와 제2의 위치는 서로 상이하며, 따라서 초음파 진동자(2)가 제1의 위치에 있을 때 발생하는 포그량과 제2의 위치에 있을 때 발생하는 포그량은 달라지게 된다. 상기 저장부(36)에는 특정 포그량을 발생시킨 후 다른 포그량을 발생시킬 때 생성되는 미세 기포의 사이즈와 농도에 대한 정보가 기재되어 있다. 일정 포그량을 발생시키는 후 연이어 다른 포그량을 발생시키는 경우 사이즈의 조절을

더 정교하게 할 수 있으며 고농도의 미세 기포를 형성할 수 있다.

[0040] 상기 저장부(36)는 특정 사이즈와 농도를 가지는 기포를 생산하기 위해 발생시켜야 하는 포그의 양이 매칭된 설정테이블이 저장되어 있으며, 상기 제어부(37)는 상기 컨트롤러(3)의 전체적인 작동을 제어한다.

[0042] 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 이용 고농도 미세기포 제조 방법을 살펴보면, 상기 미세기포 제조 방법은 물공급단계, 포그조절단계, 배출단계 등을 포함한다.

[0043] 상기 물공급단계는 물탱크(1) 내에서 일정 수위를 가지도록 물을 공급하는 단계로, 예컨대 밸브(111)를 열어 유입로(11)를 개방시키고 펌프(112)를 일정 시간 동안 작동시켜 상기 물탱크(1)에 일정 수위로 물이 공급되도록 할 수 있다.

[0044] 상기 포그조절단계는 상기 물공급단계 이후 상기 물탱크(1) 내의 물 속에 위치하는 초음파 진동자(2)의 작동을 제어하여, 미세기포 발생시 포그의 생성량을 조절함으로써, 물에 포함된 미세 기포의 사이즈와 농도를 조절하는 단계로, 예컨대 특정 사이즈와 농도를 가지는 미세 기포를 형성하기 위해 포그조절부(35)가 저장부(36)에 저장된 설정테이블에 따라, 상기 초음파 진동자가 물에 초음파를 가하는 작동을 제어하여 포그 발생량을 조절하게 된다. 상기 포그조절단계에서는 초음파 진동자(3)를 물 내의 특정 위치에 위치시킨 후 초음파 진동자(3)에 일정 시간 전원을 공급하도록 하여 특정량의 포그가 발생되도록 할 수 있고, 또한 초음파 진동자(3)를 물 내의 제1의 위치에 위치시킨 후 초음파 진동자(3)에 일정 시간 전원을 공급하도록 하여 일정량의 포그가 발생되도록 하고, 연이어 초음파 진동자(3)를 물 내의 제2의 위치에 위치시킨 후 초음파 진동자(3)에 일정 시간 전원을 공급하도록 하여 일정량의 포그가 발생되도록 할 수 있다.

[0045] 상기 배출단계는 상기 포그조절단계 후 원하는 사이즈와 농도의 미세기포를 포함하는 물을 물탱크(1)에서 배출하는 단계로, 예컨대 밸브(121)를 열어 배출로(12)를 개방시켜 미세 기포가 포함된 물이 배출되도록 할 수 있다.

[0047] 이하, 실시예를 통해서 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다. 하지만, 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0049] <실시예 1> 실험 장치의 설치

[0050] 직육면체의 수조(100)를 준비하고, 상기 수조(100) 내 물과 일정 간격(H)을 가지도록 상기 수조(100)를 덮는 커버(200)를 준비하고, 상기 수조 내 하면 중앙에 초음파 진동자(A)를 위치시키고, 상기 수조 내 좌측면에 하면으로부터 0.5cm 떨어진 곳에 초음파 진동자(B)를 위치시켜, 실험 장치를 준비하였다(도 5 참조). 상기 수조는 가로(l)는 22.5cm이고 세로가 7.5cm이며, 상기 초음파 진동자(A, B)는 1.7MHz의 가진 주파수를 가지고 20mm의 직경을 가지며 48VDC의 전원에서 작동하게 된다. 하기에서는 상기 수조(100) 내부에 일정량의 물을 넣고, 커버(200)의 위치를 조절하여 물과 커버(200) 사이의 간격(H)이 달라지도록 하고 초음파 진동자(A,B)를 개별적으로 작동시켜 실험을 진행하였다.

[0052] <실시예 2> 초음파 진동자 위치 변화에 따른 포그 생성 여부 및 포그의 미세 기포 운반 여부 확인

[0053] 1. 실시예 1에서 준비된 실험 장치의 수조 내에 물을 넣어 높이가 3cm가 되도록 하고, 수면과 커버의 간격이 9cm가 되도록 상기 커버를 위치시켰다. 이후, 초음파 진동자 A와 B를 각각 10분 동안 작동시킨 후, 육안으로 포그가 발생하였는지 확인하고, 물 및 포그에 포함된 기포의 크기와 농도를 측정하여, 그 결과를 표 1에 나타내었다. 물 및 포그에 포함된 기포의 크기와 농도의 측정은 NTA(Nanoparticle Tracking Analysis, Malvern사의 NS300)를 이용하여 측정하였다.

[0054] 2. 표 1을 보면, 초음파 진동자의 위치가 달라짐에 따라 포그 생성 여부를 결정할 수 있고, 포그가 발생하는 경우 미세 기포의 크기를 줄일 수 있고 농도를 크게 할 수 있음을 알 수 있으며, 이는 포그가 미세 기포를 운반하였기 때문인 것으로 보인다.

표 1

[0055]

	초음파 진동자 A 사용시	초음파 진동자 B 사용시
포그 생성 여부	발생	미발생
물에 포함된 기포 크기(nm)	103.9	241.9
물에 포함된 기포 농도(개수/ml)	2.4×10^{8}	3.48×10^{7}
포그에 포함된 기포 크기(nm)	103.4	-
포그에 포함된 기포 농도(개수/ml)	1.54×10^{9}	-

[0057] <실시예 3> 생성되는 포그 변화에 따른 기포 농도의 확인

[0058] 1. 실시예 1에서 준비된 실험 장치의 수조 내에 물을 넣어 높이가 3cm가 되도록 하고, 수면과 커버의 간격이 각각 9cm, 4.5cm, 0cm가 되도록 커버를 위치시키거나 커버를 제거한 후, 초음파 진동자 A를 10분 동안 작동시킨 후, 물에 포함된 기포의 크기와 농도를 측정하여, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[0059] 2. 표 2를 보면, 수면과 커버의 간격이 좁아질수록 물에 포함된 기포의 농도가 작아지고, 커버가 제거되어 포그가 모두 날라간 경우 물에 포함된 기포의 농도가 작아짐을 확인할 수 있어, 포그가 발생하여 위치하는 곳의 부피를 조절하여 물에 포함된 기포의 농도를 조절할 수 있음을 알 수 있다.

표 2

[0060]

	간격 9cm	간격 4.5cm	간격 0cm	커버 제거
물에 포함된 기포 농도(개수/ml)	2.4×10^{8}	7.9×10^{7}	4.67×10^{7}	4.62×10^{7}

[0062] <실시예 4> 작동 조건을 달리하여 미세 기포의 크기 및 농도 조절의 확인

[0063] 1. 실시예 1에서 준비된 실험 장치의 수조 내에 물을 넣어 높이가 3cm가 되도록 하고, 수면과 커버의 간격이 9cm가 되도록 상기 커버를 위치시켰다. 이후, 초음파 진동자 A와 B를 각각 10분 동안 작동시키거나, 초음파 진동자 A를 10동안 작동시킨 후 연이어 초음파 진동자 B를 10분동안 작동시켰다. 이후, 물에 포함된 기포의 크기와 농도를 측정하여, 그 결과를 표 3에 나타내었다.

[0064] 2. 표 3을 보면, 진동자 A 또는 B만을 사용할 때와, 진동자 A와 B를 조합하였을 때, 다른 크기와 농도를 가지는 기포를 제조할 수 있음을 알 수 있어, 발생되는 포그를 조절하여 다양한 크기와 농도를 가지는 미세 기포를 제조할 수 있음을 알 수 있다.

표 3

[0065]

	진동자 A 사용	진동자 B 사용	진동자 A 사용후 진동자 B 사용
기포크기(nm)	103.9	241.9	121.1
기포농도(개수/ml)	2.4×10^{8}	3.48×10^{7}	1.79×10^{8}

[0067] 이상에서, 출원인은 본 발명의 다양한 실시예들을 설명하였지만, 이와 같은 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 일 실시예일 뿐이며, 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 한 어떠한 변경예 또는 수정예도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

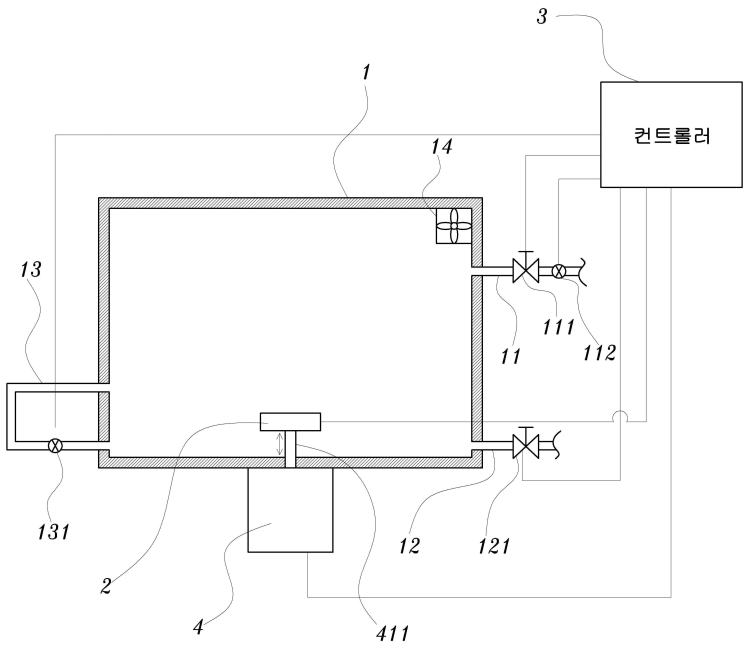
부호의 설명

[0068]

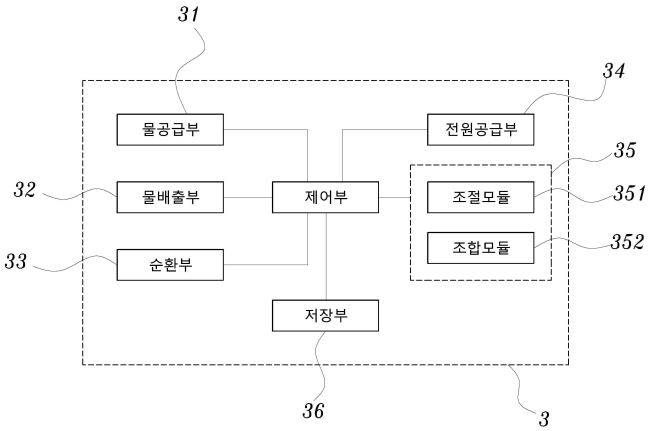
1: 물탱크	2: 초음파 진동자	3: 컨트롤러
4: 위치조절부	11: 유입로	12: 배출로
13: 순환로	14: 가압부	31: 물공급부
32: 물배출부	33: 순환부	34: 전원공급부
35: 포그조절부	36: 저장부	37: 제어부

도면

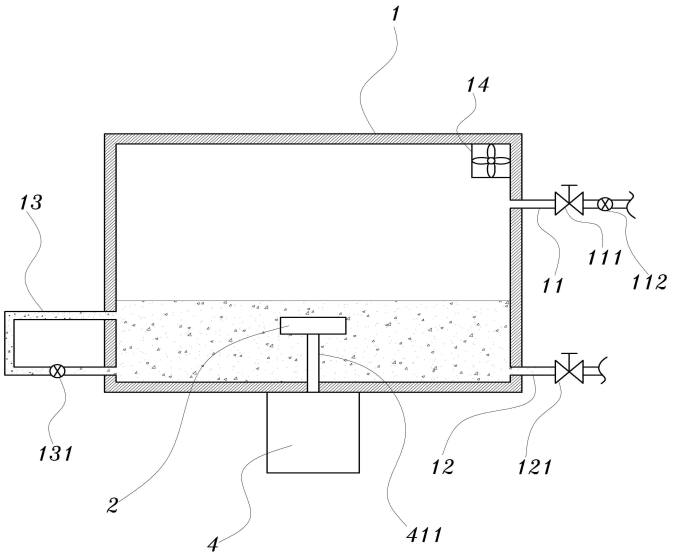
도면1



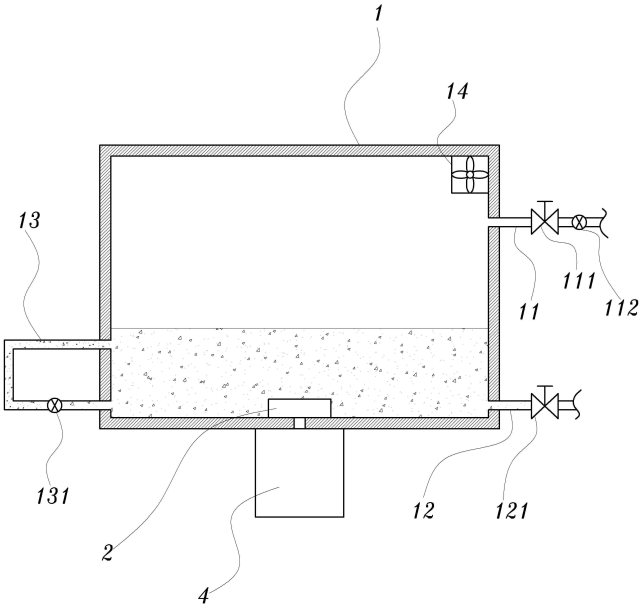
도면2



도면3



도면4



도면5

