

명세서

발명의 명칭: 나노-마이크로 버블 발생 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 나노-마이크로 버블 생성 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 기체를 물 속에 용존시켜 용존율을 높인 고농도 용존수(예: 산소수, 오존수, 수소수, 탄산수, 질소수 등)의 다양한 활용 분야와 작용 효과가 알려지면서 기체를 액체에 용존시키는 기술의 다양한 연구가 진행되고 있다. 아울러, 기체를 용존시키기 위한 수단 및 용존 상태를 장기간 유지하는 수단으로서의 나노 버블의 기능이 알려지면서 이에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다.
- [3] 일반적으로, 버블은 그 직경에 따라서 밀리 버블, 마이크로 버블, 마이크로나노 버블 및 나노 버블로 분류할 수 있는데, 마이크로버블(Micro Bubble)은 기포의 직경이 10~수십 μm , 적어도 30 μm 이하의 미소기포를 말하며, 마이크로나노 버블(Micro Nano Bubble)은 수백nm~10 μm 의 미세기포를 말하며, 나노 버블(Nano Bubble)은 수백nm 이하의 초미세기포를 말한다.
- [4] 통상의 일반 기포인 밀리 버블이 물 속에서 빠른 속도로 상승해 표면에서 파열하는 것과 달리, 나노 버블은 부피가 작은 만큼 부력을 적게 받아 수면으로의 상승 속도가 매우 느려 수중에 오랜 시간 동안 기포 상태를 유지하게 되고, 특히 기체 용해 효과와 자기 가압 효과, 대전 효과 등의 특성을 가지고 있어 하수 처리 관련 시설, 고도 정수 처리 시설, 토양 정화, 수산업 농업 분야, 배수 처리 세정 등의 다양한 분야로의 응용 가능성이 높다.
- [5] [선행기술문헌]
- [6] [특허문헌]
- [7] 대한민국 등록특허공보 제10-1792157호(2017.11.01. 공고)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 유체에 캐비테이션 형성과 함께 다단의 충돌 및 마찰을 제공하여 유체의 혼합 및 미세화를 가속화시켜 초미세 기포를 생성하는 나노-마이크로 버블 발생 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 측면에 따르면, 유체의 유출입이 가능한 하우징, 하우징의 내부에 회전 가능하게 결합되는 복수의 회전자, 및 하우징의 내부에 고정되며 복수의 회전자와 번갈아 배치되는 복수의 고정자를 포함하고, 회전자 및 고정자 중 적어도 어느 하나는, 유체의 유동 통로가 격자형으로 다수 배치된 메쉬형 구조를 갖고, 회전자와 고정자는 유동 통로를 통해 유동하는 유체에 회전자의 회전에

의한 충돌, 마찰 및 캐비테이션이 발생되도록 인접하게 배치되어, 유체에 나노 버블 및 마이크로 버블 중 적어도 어느 하나를 발생시키는 나노-마이크로 버블 발생 장치가 제공된다.

- [10] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 유체의 유출입이 가능하도록 유입구 및 배출구가 형성되는 하우징, 하우징 내부의 유체 이동 경로에 설치되어 유체의 충돌 또는 마찰에 따라 유체에 버블을 발생시키며, 서로 이격되게 배치된 복수의 충돌 부재를 포함하는 버블 발생 유닛, 및 하우징 내부 및 외부 중 적어도 어느 하나에 배치되어, 유체의 이동 중 발생하는 응력에 의해 유체 내 버블이 초미세화되도록 유도하는 유로를 포함하는 나노-마이크로 버블 발생 장치가 제공된다.

- [11] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 유체의 이송을 위한 유동력을 제공하는 유체 이송 유닛, 유체 이송 유닛의 유동력에 의해 이송되는 유체 내에 유체와 상이한 가스를 공급하는 가스 공급 라인, 유체의 이송 경로에 배치되어 가스 공급 라인으로부터 공급되는 가스의 유체 내 용해를 촉진시키는 가스 용해 유닛, 및 가스 용해 유닛으로부터 이송되는 유체 내에 나노 버블을 발생시키는 나노 버블 유닛을 포함하는 나노-마이크로 버블 발생 장치가 제공된다.

발명의 효과

- [12] 본 발명에 따르면, 버블 발생 유닛 및 유로를 이용하여 버블을 발생시키고 초미세화시킴으로써 보다 효과적으로 나노 버블을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [13] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 나노-마이크로 버블 발생 장치를 나타낸 도면.
- [14] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노-마이크로 버블 발생 장치의 메쉬 구조를 나타낸 도면.
- [15] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노-마이크로 버블 발생 장치를 나타낸 도면.
- [16] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 챔버의 구조를 나타낸 도면.
- [17] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노-마이크로 버블 발생 장치를 나타낸 도면.
- [18] 도 7 내지 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유로 구조를 나타낸 도면.
- [19] 도 10 및 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 나노-마이크로 버블 발생 장치를 나타낸 도면.
- [20] 도 12 및 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 가스 용해 유닛을 나타낸 도면.

- [21] [부호의 설명]

- [22] 10: 유체

- [23] 30: 유체 공급원

- [24] 100: 나노-마이크로 버블 발생 장치
- [25] 110: 하우징
- [26] 120: 버블 발생 유닛
- [27] 122: 제1 충돌 부재(회전자)
- [28] 124: 제2 충돌 부재(고정자)
- [29] 125: 가로대
- [30] 126: 세로대
- [31] 127: 개구부
- [32] 130: 유로
- [33] 140: 회전축
- [34] 150: 회전 날개
- [35] 160: 구동 유닛
- [36] 170: 챔버
- [37] 180: 가스 공급 라인
- [38] 190: 유체 이송 유닛
- [39] 200: 가스 용해 유닛
- [40] 210: 배관
- [41] 220: 혼합 부재

발명의 실시를 위한 형태

- [42] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [43] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [44] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [45] 이하, 본 발명에 따른 나노-마이크로 버블 생성 장치(100)의 실시예를

첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[46]

[47] 도 1은 본 발명의 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)의 구성을 도시한 것으로, 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)는, 예를 들어 물(또는 액체) 속에 공기(Air), 산소(O₂), 질소(N₂), 오존(O₃), 이산화탄소(CO₂) 등의 기체군으로부터 선택된 적어도 하나의 기체를 공급, 혼합 및 용존시킨 나노-마이크로 버블을 제공할 수 있다. 도 1에 따르면, 본 발명의 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)는 회전자(122)와 고정자(124)의 상대 회전의 원리를 이용한 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)를 포함할 수 있다. 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)는 기체가 혼합된 유체(10)를 회전자(122)와 고정자(124)의 상대 회전에 의해 발생하는 충돌 및 마찰 효과를 이용하여 기체가 유체(10) 속에 더 잘 용해되도록 함과 동시에 더욱 미세화시킬 수 있다.

[48] 본 발명에서 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)에 제공되는 물(또는 액체)는 펌프에 의해 공급되며, 펌프와 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)를 연결하는 관로의 적어도 일부는 입구와 출구가 넓고 내부가 상대적으로 좁게 형성된 벤츨리관 구조(이하 '벤츨리부(132)'라 한다)로 구성할 수 있다. 또한, 관로로부터 벗어나서 벤츨리부(132)의 일측에는 관로 내부의 물(또는 액체)에 소정의 기체(또는 액체, 예를 들어 촉매제 등)를 혼합할 수 있도록 하나 이상의 기체/액체 공급부가 연결될 수 있다.

[49] 이러한 구성에서 펌프에 의해 공급된 물(또는 액체)은 벤츨리부(132)를 통과하는 동안 유속이 급격히 빨라지게 되고, 가스 공급 라인(180)으로부터 공급된 기체(또는 액체)는 유속 상승에 따른 강한 흡입력에 의해 벤츨리부(132) 내부로 자흡되어 관로 내부의 물(또는 액체)과 혼합된다. 이와 같이 물(또는 액체)과 기체(또는 액체)의 혼합된 유체(10)(이하 '유체(10)'라 한다)는 나노-마이크로 버블 발생 장치(100) 내부로 유입되어 더욱 미세하게 혼합된 후 토출관로(195)를 따라서 유동하게 된다.

[50] 이와 같이 본 발명은 버블 생성 및 기체 혼합 시스템을 모듈화하여 저용량에서 대용량까지 유체(10)를 처리할 수 있으며, 아울러 공기나 산소, 수소, 오존 등의 기체군으로부터 선택된 기체의 수중 용존율을 높일 수 있어 기체 주입량을 줄일 수 있고, 그로부터 산소발생기, 수소발생기 또는 오존 발생기 등과 같은 기체 발생 장치를 소형화할 수 있다.

[51] 도 2는 면접촉 방식의 1축 메쉬형 회전자(122)를 갖는 도 1의 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)의 제1 실시형태를 도시한 것으로, 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)의 하우징(110) 내부에는 모터의 축을 따라 회전하는 복수의 회전자(122)와, 하우징(110)의 내벽에 고정된 상태로 각각의 회전자(122)와 일정 간격을 두고 대면하는 복수의 고정자(124)가 구비된다. 이때, 회전자(122)와

고정자(124)는 유체(10)가 통과하기 위한 다수의 개구부(127)들을 갖는 메쉬형 구조로 제공됨이 바람직하며, 각각의 개구부(127)들의 크기는 유체(10)가 통과할 수 있는 정도면 충분하다. 또한, 회전자(122)와 고정자(124)의 층간 거리는 각각의 회전자(122)와 고정자(124)의 면들이 실질적으로 접촉하거나 거의 접촉된 상태를 유지하면서 유체(10)가 빠져나갈 수 있을 정도면 충분하다.

- [52] 이 같은 구성에서 하우징(110)의 일측에 마련된 유체 유입구(112)를 통해 유입된 유체(10)는 모터가 구동할 때 회전자(122)와 고정자(124)의 상대 회전에 의해 회전자(122)와 고정자(124)의 사이에서 캐비테이션을 발생시킴과 동시에 다단의 반복적인 충돌 및 마찰을 일으키게 된다. 그리고, 이러한 충돌 및 마찰 작용은 기체를 유체(10) 내에 더 잘 용해되도록 하는 동시에 물(또는 액체) 분자를 더욱 미립화하여 최소 수 나노미터(nm)~수십 마이크로미터(μm)까지 나노-마이크로 버블의 생성을 조절 및 증가시킬 수 있다.
- [53] 한편, 복수의 회전자(122)들이 일정 간격을 두고 설치되어 있는 모터축의 개수는 하우징(110)의 내부 공간이 허용하는 한 하우징(110) 내에 2축이나 3축 또는 그 이상의 축 설치가 가능하다.
- [54] 면접촉 방식의 2축 메쉬형 회전자(122)를 갖는 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)의 일 예로, 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)의 하우징(110) 내부에는 모터의 축이 2열로 배열되고, 각각의 모터 축에는 모터의 구동과 함께 동시에 회전하게 되는 복수의 회전자(122)들이 축선을 따라서 일정 간격을 두고 설치될 수 있다. 이때, 모터 축들의 축간 거리는 각 축에 배열된 회전자(122)들이 서로 엇갈리게 끼워질 정도의 거리가 바람직하데, 각 축에 배열된 회전자(122)들은 상대편 축에 배열된 회전자(122)들 사이에 각각 적어도 일부가 끼워져 상하 대면하도록 유지되고, 이 상태에서 서로 대면하는 회전자(122)들의 층간 거리는 상하 회전자(122)의 면들이 실질적으로 접촉하거나 거의 접촉된 상태를 유지하면서 유체(10)가 빠져나갈 수 있는 정도가 될 수 있다. 다른 예로서, 회전자(122)들은 서로 이격된 상태로 나란히 배열될 수 있으며, 하우징(110)의 외형도 둥근 원형이나 사각형 등 다양한 형상일 수 있다.
- [55] 이와 같은 구성에서 하우징(110)의 일측에 마련된 유체 유입구(112)를 통해 유입된 유체(10)는 모터가 구동할 때 회전자(122)와 고정자(124)의 상대 회전에 의해 회전자(122)와 고정자(124)의 사이에서 캐비테이션을 발생시킴과 동시에 다단의 반복적인 충돌 및 마찰을 일으키게 되고, 이러한 충돌 및 마찰 작용은 기체를 유체(10) 내에 더 잘 용해되도록 함과 동시에 유체(10) 내 물 분자를 더욱 미립화시켜 마이크로 또는 나노 크기의 초미세 버블들을 생성하게 된다.
- [56] 도 3은 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)에 구비될 수 있는 회전자(122) 및 고정자(124)의 메쉬 구조를 나타낸 것으로서, 회전자(122)와 고정자(124)의 메쉬 구조는 평평한 평면 구조의 격자 형태를 이루고 있음을 볼 수 있다. 또한, 회전자(122)와 고정자(124)의 메쉬 구조는 가로대(125)와 세로대(126)가 일정한 높이차를 갖고 울퉁불퉁하게 단차진 형태의 격자 구조를 이루고 있음을 볼 수

있다. 유체(10)는 격자 형태로 된 메쉬 개구부(127)들을 통과하는 동안 가로대(125)와 세로대(126)에 충돌하게 되고, 그 과정에서 회전자(122)와 고정자(124)의 상대 회전에 의해 충돌 및 마찰을 일으킴으로써 기체가 유체(10) 내에 더 잘 용해될 수 있으며, 그와 동시에 유체(10) 내 물 분자가 더욱 미립화되어 마이크로 또는 나노 크기의 초미세 버블들을 생성하게 된다. 한편, 도면에서는 격자 형태의 메쉬 구조를 도시하고 있지만 본 발명은 이에 한정하지 않고 벌집 형태나 삼각형, 오각형 등 다양한 형태의 메쉬 구조를 제공할 수 있다.

[57] 회전자(122)의 변형된 형태로서, 회전자(122)는 모터 축의 둘레 면에 각 방향으로 연장하는 단층 구조의 회전날개들을 갖는 것으로, 이 회전날개들은 모터 축의 상단부에서 하단부에 이르는 폭을 갖고 회전 방향에 대하여 일정한 곡률을 갖는 형태일 수 있다. 이 경우, 회전자(122)의 상하 방향으로 일정 간격 이격된 위치에 고정자(124)가 배치될 수 있으며, 각 회전날개와 고정자(124)의 표면은 평면 또는 단차진 형태의 격자 구조를 가지거나 기타 다양한 형태의 메쉬 구조를 가질 수 있다.

[58] 또한, 회전자(122)는 모터 축의 둘레 면을 따라 상하 일정 간격을 두고 적어도 둘 이상의 회전날개들이 모터 축의 각 방향으로 연장된 다층 구조의 회전자(122)로 제공될 수 있다. 이 경우, 회전자(122)의 상하 회전날개들간 이격거리는 회전자(122)들간 끼움 결합이나 회전자(122)와 고정자(124)간 끼움 결합이 가능한 간격으로 형성됨이 바람직하다. 또한, 이상 설명한 형태들 외에도 일반 터보형 회전날개나 스크루프로펠러(screw propeller)형 회전날개를 갖는 회전자(122) 구조나, 다수의 니들형 부재들을 갖는 브러쉬형 회전자(122) 구조가 제공될 수 있다.

[59]

[60] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 도 4에 도시된 바와 같이, 물 등의 유체(10) 내에 공기, 산소, 질소, 오존, 이산화탄소 등의 기체 균으로부터 선택된 적어도 하나의 기체를 공급, 혼합 및 용존시킨 나노 버블을 생성하는 장치로서, 하우징(110), 버블 발생 유닛(120), 충돌 부재(121), 유로(130), 회전축(140), 회전날개(150), 구동 유닛(160), 챔버(170), 가스 공급 라인(180), 펌프, 및 토출관로(195)를 포함하는 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)가 제시된다.

[61] 이와 같은 본 실시예에 따르면, 하우징(110) 내부에 설치된 버블 발생 유닛(120)을 통해 1차적으로 유체(10) 내에 미세 버블을 생성할 수 있으며, 이어서 이러한 유체(10)를 2차적으로 유로(130)에 통과시킴으로써 버블을 초미세화하여 유체(10) 내에 나노 버블을 효과적으로 생성할 수 있다.

[62] 하우징(110)은 도 4에 도시된 바와 같이 유체(10)의 유출입이 가능하도록 유입구(112) 및 배출구(114)가 형성되는 구성이다. 유체(10)는 펌프의 구동력에 의해 하우징(110)의 유입구(112)로 유입될 수 있으며, 펌프와 하우징(110)의 유입구(112) 사이에는 하우징(110)으로 공급되는 유체(10)에 유체(10)와 상이하고 기체 또는 액체 상태를 갖는 이중 유체(20)를 공급하는 가스 공급

라인(180)이 배치될 수 있다.

- [63] 가스 공급 라인(180)은 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같이 입구와 출구가 넓고 내부가 상대적으로 좁게 형성된 벤츨리관 구조(벤츨리부(132))로 구성될 수 있다. 그리고 벤츨리부(132)에는 일측에는 하우징(110)으로 공급되는 유체(10) 내에 이종 유체(20)(공기, 산소, 질소, 오존, 이산화탄소 등의 기체 또는 촉매제 등의 액체)를 혼합할 수 있도록 이종 유체(20) 탱크가 연결될 수 있다.
- [64] 버블 발생 유닛(120)은 도 4에 도시된 바와 같이 하우징(110) 내부의 유체(10) 이동 경로에 설치되어 유체(10)의 충돌 또는 마찰에 따라 유체(10)에 버블을 발생시킬 수 있으며, 서로 이격되게 배치된 복수의 충돌 부재(121), 즉 다수의 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)로 구성될 수 있다.
- [65] 이 경우, 복수의 충돌 부재(121) 중 적어도 일부는 판형 부재일 수 있다. 즉 도 4에 도시된 바와 같이 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)는 판형상을 가질 수 있으며, 서로 번갈아 배치될 수 있다.
- [66] 그리고 복수의 충돌 부재(121) 중 적어도 일부는 유체(10)가 통과하도록 복수의 개구부(127)가 형성된 메쉬형 구조를 가질 수 있다. 본 실시예의 경우 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124) 모두 개구부(127)가 형성된 메쉬 타입인 경우를 일 예로서 제시한다.
- [67] 이와 같이 하우징(110) 내부에 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)로 이루어진 복수의 충돌 부재(121)를 배치함으로써, 하우징(110)으로 유입되는 유체(10)는 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)에 충돌 및 마찰을 일으키게 되며, 이에 따라 유체(10) 내에는 미세한 버블이 생성될 수 있다.
- [68] 한편, 하우징(110)의 내부에는 도 4에 도시된 바와 같이 회전축(140)이 종방향으로 배치되어 양단이 하우징(110)에 회전 가능하게 설치될 수 있으며, 복수의 충돌 부재(121) 중 적어도 일부, 구체적으로 제1 충돌 부재(122)는 이러한 회전축(140)에 결합되어 회전축(140)과 함께 회전 운동할 수 있으며, 제2 충돌 부재(124)는 고정형 타입으로 하우징(110)에 고정 설치될 수 있다.
- [69] 이와 같이 회전축(140)에 결합된 제1 충돌 부재(122)는 회전 날개(150) 또는 구동 유닛(160)의 구동력에 의해 회전 운동할 수 있다. 우선, 도 4에 도시된 바와 같이 모터 등과 같은 구동 유닛(160)을 회전축(140)에 결합하여 동력에 의해 제1 충돌 부재(122)를 회전시킬 수 있다. 이 경우 기어 박스나 인버터 등으로 구성된 속도 조절 장치를 통해 제1 충돌 부재(122)의 회전 속도를 조절하여 버블의 사이즈 및/또는 발생량을 조절할 수 있다.
- [70] 또한 이와 같이 구동 유닛(160)을 이용하지 않는 무동력 방식으로도 제1 충돌 부재(122)를 회전시킬 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이 회전축(140)의 단부에는 회전 날개(150)가 설치될 수 있다. 회전 날개(150)는 하우징(110)을 유입되는 유체(10)의 유동력에 의해 복수의 충돌 부재(121) 중 적어도 일부, 즉 제1 충돌 부재(122)를 회전시킬 수 있다. 이 경우 유체(10)는 축류, 횡류, 또는 사류로 제1 충돌 부재(122)에 유동력을 전달할 수 있다.

- [71] 이와 같이 본 실시예의 경우 회전 날개(150)를 이용한 무동력 방식, 구동 유닛(160)을 이용한 동력 방식의 2가지 모드로 운전될 수 있으며, 이 중 무동력 방식을 이용하는 경우 운전 에너지를 절감할 수 있는 이점이 있으며, 동력 방식을 이용하는 경우 버블 사이즈, 발생량 등을 능동적으로 제어할 수 있어 보다 양질의 나노 버블을 생성시킬 수 있는 이점이 있다.
- [72] 한편 회전 날개(150)는 상술한 바와 같이 1차적으로는 제1 충돌 부재(122)의 회전 구동을 위해 이용되나, 이 밖에 회전 날개(150) 또한 유체(10)의 충돌 또는 마찰에 따라 유체(10)에 버블을 발생시키는 2차적인 역할을 수행하여 나노 버블을 더욱 풍부하게 생성할 수 있게 된다.
- [73] 본 실시예의 경우 상술한 바와 같이 제1 충돌 부재(122)를 회전자(122)로 구성하고, 제2 충돌 부재(124)를 고정자(124)로 구성함으로써, 나노 버블을 더욱 효과적으로 생성할 수 있다. 보다 구체적으로, 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)는 각각 개구부(127)를 갖는 메쉬형 구조로 이루어질 수 있으며, 이들은 서로 대향하는 면이 실질적으로 접촉하거나 거의 접촉된 상태를 유지하도록 비교적 작은 간격을 두고 배치되어 있으므로, 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)를 통과하는 유체(10)는 제1 충돌 부재(122) 및 제2 충돌 부재(124)와의 충돌, 마찰을 일으키게 되며, 이와 동시에 제1 충돌 부재(122)의 회전에 따라 유체(10) 내에는 캐비테이션이 발생될 수 있다.
- [74] 유로(130)는 도 4에 도시된 바와 같이 하우징(110) 내부 및 외부 중 적어도 어느 하나에 배치되어, 유체(10)의 이동 중 발생하는 응력에 의해 유체(10) 내 버블이 초미세화되도록 유도할 수 있다.
- [75] 유체(10)가 유로(130)를 통과하는 과정에서 유로(130)의 표면과 마찰이 일어나 유체(10)에는 예를 들어 전단 응력이 발생되고 이로 인하여 경계층 유동 박리 현상이 일어날 수 있으며, 이에 따라 유체(10) 내 버블은 보다 초미세화되어 나노 버블화될 수 있다.
- [76] 이러한 유로(130)는 도 4에 도시된 바와 같이 지그재그 구조(수직 방향으로의 지그재그 경로, 동일 평면 상에서의 지그재그 경로 또는 이들이 복합 적용된 경로 모두 가능함)로 이루어질 수 있으며, 유체(10)에 응력이 충분히 발생될 수 있도록 충분히 긴 길이로 형성될 수 있고, 유체(10)의 응력 발생을 원활히 유도하도록 그 단면적은 충분히 좁게 형성될 수 있다.
- [77] 유로(130)는 하우징(110)의 내부에 형성되어 유체(10) 이동 경로를 기준으로 버블 발생 유닛(120)의 이후에 배치될 수 있다. 이에 따라 버블 발생 유닛(120)에 의해 1차적으로 유체(10) 내에 생성된 버블은 유로(130)를 거치면서 2차적으로 초미세화되어 결과적으로 양질의 나노 버블이 풍부하게 생성될 수 있는 것이다.
- [78] 또한 유로(130)는 하우징(110)의 외부에 별도로 마련될 수도 있다. 도 4에 도시된 바와 같이 하우징(110)의 배출구(114)에는 챔버(170)가 연결될 수 있으며, 이러한 챔버(170) 내부에는 유로(130)가 형성될 수 있다. 이 경우 상술한 바와 같이 1, 2차 처리를 거친 유체(10)가 챔버(170) 내 유로(130)에 의해 3차

처리되면서 이미 형성된 초미세 버블이 안정화되면서 더욱 효과적으로 나노 버블을 생성할 수 있게 된다.

- [79] 한편 유로(130)는 도 4에 도시된 바와 같이 유체(10) 이동 경로를 기준으로 버블 발생 유닛(120)의 이전에 배치될 수도 있다. 이와 같이 유로(130)를 버블 발생 유닛(120) 이전에 배치하여 하우징(110)으로 유입되는 유체(10)를 유로(130) 표면의 경계층을 지날 때까지 발생하는 전단 응력에 의해 전처리 함으로써 버블의 생성 및 초미세화가 보다 원활히 이루어질 수 있다.
- [80] 외통은 도 2에 도시된 바와 같이 내통보다 큰 사이즈(직경)로 형성되어 내부에 내통을 수용할 수 있다. 그리고 유로(130)는 내통과 외통 사이의 공간에 형성될 수 있다. 예를 들어 유로(130)는 내통의 외벽을 따라 나선형 구조를 갖도록 형성될 수 있다.
- [81] 유입구(112)는 내통에 형성되고 배출구(114)는 외통에 형성되므로, 내통의 유입구(112)로 유입된 유체(10)는 내통을 채운 뒤 내통의 상부를 통해 내통을 넘쳐 흘러 유로(130)를 통과한 뒤, 외통의 배출구(114)를 통해 하우징(110) 외부로 배출될 수 있다.
- [82] 또한, 내부에 유로(130)가 형성된 챔버(170)는 하우징(110)의 전단 및 후단에 각각 배치되어 유입구(112) 및 배출구(114)와 각각 연결될 수 있다. 따라서 본 실시예에 따르면 펌프를 통해 공급되어 가스 공급 라인(180)을 거친 유체(10)는 1차적으로 챔버(170)에서 전처리된 후 하우징(110)의 내부로 유입되고, 이어서 하우징(110)의 하부에 형성된 유로(130), 그 상부에 형성된 버블 발생 유닛(120)을 거쳐 하우징(110)의 외부로 배출되고, 최종적으로 챔버(170)를 한차례 더 거치면서 버블이 발생 및 초미세화되어 결과적으로 나노 버블이 생성될 수 있다.
- [83] 또 다른 예로, 구동 유닛(160)을 생략함으로써 장치를 단순화할 수 있으며, 제1 충돌 부재(122)의 회전을 위해 동력을 사용하지 않아 장치의 운전 비용을 현저히 낮출 수 있으며, 유지/보수 측면에서도 보다 유리하게 된다.
- [84] 또 다른 예로, 다수의 하우징(110)을 병렬로 연결하여 구성될 수 있다. 즉 펌프 및 가스 공급 라인(180)을 경유한 유체(10)는 다수의 하우징(110)으로 분기되어 각각 공급될 수 있다. 하우징(110) 내부에는 각각 버블 발생 유닛(120)과 유로(130)가 형성되어 있으므로 상술한 바와 같이 충돌, 마찰, 캐비테이션의 복합적인 작용에 따라 미세 버블이 발생될 수 있다. 이어서 하우징(110)의 배출구(114)를 통해 각각 배출되는 유체(10)는 다시 하나로 통합되어 유로(130)를 구비한 챔버(170)로 공급되어 최종적으로 버블의 초미세화가 이루어질 수 있다.
- [85] 따라서, 하우징(110)(버블 발생 유닛(120)과 유로(130))를 다시 구비하고 이들을 병렬로 배치함으로써 나노 버블 발생 효율을 더욱 향상시킬 수 있다. 또한 본 실시예를 변형하여 하우징(110)과 챔버(170)를 병렬로 배치할 수도 있으며, 다수의 하우징(110)(버블 발생 유닛(120) 포함)을 직렬로 연결하거나 다수의

- 챔버(170)(유로(130) 포함)를 직렬 또는 병렬로 연결할 수도 있음은 물론이다.
- [86] 하우징(110)의 내벽은 다수의 돌기들이 형성된 요철 구조를 가질 수 있으며, 또는 벽면을 따라 다수의 오목부가 형성된 메쉬형 구조를 가질 수 있다. 그 외에도 하우징(110)의 내벽은 내벽의 벽면을 따라 다수의 나선홈들이 형성된 스파이럴형 구조를 가질 수도 있다.
- [87] 이 경우 하우징(110)의 일측에 마련된 유입구(112)를 통해 유입된 유체(10)는 버블 발생 유닛(120)과 유로(130)뿐만 아니라 돌기, 오목부 또는 나선홈과의 충돌 및 마찰에 의해 기체의 용존율이 더욱 높아지고 보다 더 미세화되어 나노 사이즈의 초미세 버블이 보다 효과적으로 생성될 수 있다.
- [88] 하우징(110) 내부로 유입된 유체(10)는 버블 발생 유닛(120)과 유로(130)에 의한 충돌 및 마찰 효과와 함께 내경 감소에 따른 압력 증가로 인해 유체(10) 내 기체 용존율이 더욱 높아지고, 그에 따라 유체(10)가 보다 더 미세화되어 나노 버블의 생성이 촉진될 수 있다.
- [89] 유체(10)는 격자 형태를 갖는 메쉬 개구부(127)들을 통과하는 동안 가로대(125)와 세로대(126)에 충돌하게 되고, 이 때 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)의 상대 회전에 따라 유체(10)의 충돌 및 마찰이 촉진될 수 있으므로, 유체(10) 입자가 더욱 미립화되어 나노 버블이 효과적으로 생성될 수 있으며, 이에 따라 기체 용존율 또한 현저히 증가하게 된다.
- [90] 나노-마이크로 버블 발생 장치(100)의 토출관로(195)는 적어도 일부에는 유체(10) 입자들의 크기를 더욱 미세화할 수 있도록 하기 위해 일정한 형상의 충돌 유닛들이 내장될 수 있다. 이러한 충돌 유닛들은, 유체(10)의 유동 방향으로 점점 직경이 커지는 형태를 갖거나 복수의 패널층이 배열된 구조로 제공될 수 있다. 토출관로(195)의 내부에서 충돌 유닛의 양 단부는 토출관로(195)를 따라 유체(10)의 유동이 가능하도록 토출관로(195)의 내벽으로부터 적어도 일정 간격 이격되어 있다.
- [91] 충돌 유닛은 유동 방향으로 점점 확정되는 구조의 본체부와 이 본체부의 표면에 일정 간격을 두고 방사상으로 연장되어 토출관로(195)의 내면에 연결되는 다수의 격벽들로 구성되고, 각각의 격벽 사이에는 유체(10)가 통과할 수 있도록 일정한 크기의 통과공들이 형성될 수 있다. 또한, 충돌 유닛은 유동 방향으로 점점 확정되는 구조의 본체부와 이 본체부의 표면에 길이 방향을 따라 형성된 나선형 홈이나 나선형 돌기로 구성될 수 있다. 또한, 충돌 유닛은 토출관로(195)의 내부에 복수의 패널층이 배열된 형태로서, 각 패널층의 상하면에는 다양한 형상의 다수의 돌기들이 형성될 수 있다.
- [92]
- [93] 또 다른 실시예에 따르면, 도 10에 도시된 바와 같이, 물 등의 유체(10) 내에 공기, 산소, 질소, 오존, 이산화탄소 등의 기체 균으로부터 선택된 적어도 하나의 기체를 공급, 혼합 및 용존시킨 나노 버블을 생성하는 장치로서, 하우징(110), 버블 발생 유닛(120), 유로(130), 회전축(140), 회전 날개(150), 구동

유닛(160), 챔버(170), 가스 공급 라인(180), 유체(10) 이송 유닛(190), 토출관로(195), 가스 용해 유닛(200)을 포함하는 나노-마이크로 버블 생성 장치(100)가 제시된다.

- [94] 이와 같은 본 실시예에 따르면, 나노 버블 유닛을 이용한 나노 버블 발생 이전에 전처리로서 가스 용해 유닛(200)을 이용하여 유체(10) 내 가스의 용해를 촉진시킴에 따라, 보다 효과적으로 나노 버블을 생성할 수 있다.
- [95] 또한 유체(10) 이송 유닛(190)으로 수중 공급 펌프(192)(underwater feeding pump)를 이용함으로써 인테이크 펌프(intake pump)를 이용하는 경우에 비해 적은 에너지로도 다량의 나노 버블을 효과적으로 생성 가능하다.
- [96] 유체(10) 이송 유닛(190)은 유체(10)의 이송을 위한 유동력을 제공할 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이 유체(10) 이송 유닛(190)은 수중 공급 펌프(192)와 수중 순환 펌프(194)로 구성될 수 있다.
- [97] 수중 공급 펌프(192)는 도 10에 도시된 바와 같이 유체(10)를 공급하는 유체 공급원(30), 예를 들어 물 등의 유체(10)가 담긴 수조, 강, 호수 등의 내부로 잠기도록 설치될 수 있다. 이와 같이 유체 공급원(30) 내에 위치된 수중 설비는 부표 또는 바지선 등에 설치될 수 있으며, 이하의 다른 구성들도 유체 공급원(30) 내에 위치되는 경우 마찬가지로 부표 또는 바지선을 이용하여 안정적으로 설치할 수 있다.
- [98] 이와 같이 수중 공급 펌프(192)를 이용하여 유체(10)에 유동력을 제공함으로써 인테이크 펌프를 사용하는 경우에 비하여 저전력으로 설비를 운전할 수 있으며, 이에 따라 나노 버블 생성에 있어 경제성을 최대화할 수 있다.
- [99] 수중 순환 펌프(194)는 도 10에 도시된 바와 같이 유체 공급원(30)의 내부에 잠기도록 설치되어 나노 버블 유닛으로부터 배출되는 유체(10)를 유체 공급원(30) 내에서 순환시킬 수 있다. 즉, 수중 순환 펌프(194)는 도 10에 도시된 바와 같이 수중 공급 펌프(192)와 대향하도록 전체 설비의 양단에 배치될 수 있으며, 이에 따라 나노 버블 유닛으로부터 배출되는 유체(10)를 원거리로 확산시켜 유체(10)의 보다 효과적인 순환을 유도할 수 있다.
- [100] 이와 같이 수중 순환 펌프(194)를 이용하여 유체(10)의 확산 및 순환을 유도함으로써, 유체(10)의 나노 버블 내에 포함된 산소, 오존 등의 가스는 유체 공급원(30) 내에 더욱 균일하게 확산 및 분산될 수 있다.
- [101] 본 실시예의 경우 수중 공급 펌프(192)와 수중 순환 펌프(194)를 제외한 나머지 구성들은 모두 육상에 설치되어 운영될 수 있다.
- [102] 가스 공급 라인(180)은 도 10에 도시된 바와 같이 유체(10) 이송 유닛(190)의 유동력에 의해 이송되는 유체(10) 내에 해당 유체(10)와 상이한 가스(공기, 산소, 질소, 오존, 이산화탄소 등의 기체)를 공급할 수 있다.
- [103] 가스 공급 라인(180)은 예를 들어 도 10에 도시된 바와 같이 일단에 에어스톤이 결합되어 가스를 보다 균일하게 배출할 수 있으며, 가스 공급 라인(180)의 타단에는 해당 가스가 저장된 가스 탱크가 연결될 수 있다.

- [104] 보다 구체적으로 가스 공급 라인(180)은 도 10에 도시된 바와 같이 가스 용해 유닛(200)의 배관(210)의 입구에 연결되어 가스를 배관(210)의 출구를 향하여 공급할 수 있다.
- [105] 이와 같이 가스 공급 라인(180)을 배관(210)의 입구에 연결하고 단부를 배관(210)의 출구를 향하도록 배치함으로써, 가스 공급 라인(180)에 의해 공급되는 가스는 유체(10)의 유동에 따라 빠르게 유체(10)에 혼입되면서 보다 효과적으로 유체(10) 내에 용해될 수 있다.
- [106] 가스 용해 유닛(200)은 도 10에 도시된 바와 같이 유체(10)의 이송 경로에 배치되어 가스 공급 라인(180)으로부터 공급되는 가스의 유체(10) 내 용해를 촉진시킬 수 있다. 보다 구체적으로 가스 용해 유닛(200)은 수중 공급 펌프(192)와 연결될 수 있으며, 이러한 가스 용해 유닛(200)의 입구 측에는 상술한 가스 공급 라인(180)이 연결될 수 있다.
- [107] 또한 가스 용해 유닛(200) 유체(10)의 이송 경로를 따라 복수로 배치될 수도 있다. 구체적으로는, 도 10에 도시된 바와 같이 다른 가스 용해 유닛(200)은 하우징(110)의 배출구(114)와 유로(130) 사이에 개재되어 버블 발생 유닛(120)에 의해 1차적으로 발생된 버블을 보다 균일하게 분산시킴에 따라 나노 버블 발생 효율을 보다 높일 수 있다.
- [108] 가스 용해 유닛(200)은, 도 10에 도시된 바와 같이 유체(10)의 이송 경로에 배치되는 배관(210)과 이러한 배관(210) 내부에 배치되어 유체(10) 내에 가스를 혼합하기 위한 특정 구조 및 메커니즘인 혼합 부재(220)로 구성될 수 있다.
- [109] 나노 버블 유닛은 가스 용해 유닛(200)으로부터 이송되는 유체(10) 내에 나노 버블을 발생시킬 수 있다. 나노 버블 유닛은 도 10에 도시된 바와 같이, 하우징(110), 버블 발생 유닛(120), 회전축(140), 회전 날개(150), 구동 유닛(160), 챔버(170), 및 유로(130)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [110] 하우징(110)은 도 10에 도시된 바와 같이 유체(10)의 유출입이 가능하도록 유입구(112) 및 배출구(114)가 형성되는 구성이다. 유체(10)는 유체(10) 이송 유닛(190)의 구동력에 의해 가스 용해 유닛(200)을 거쳐 하우징(110)의 유입구(112)로 유입될 수 있다.
- [111] 하우징 버블 발생 유닛(120)은 도 10에 도시된 바와 같이 하우징(110) 내부의 유체(10) 이동 경로에 설치되어 유체(10)의 충돌 또는 마찰에 따라 유체(10)에 버블을 발생시킬 수 있으며, 서로 이격되게 배치된 복수의 충돌 부재(121), 즉 다수의 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)로 구성될 수 있다.
- [112] 한편, 하우징 버블 발생 유닛(120)은, 하우징(110) 및 그 내부에 복수로 수용되는 도 2의 충돌 부재(121)를 포함하여 구성될 수도 있다. 여기서 충돌 부재(121)는 도 2에 도시된 바와 같이 판형 부재를 다수 만족시켜 다수의 주름을 형성함으로써 표면적이 최대화된 구조를 가질 수 있으며, 예를 들어 PVC 등의 소성에 의해 경성을 갖는 재질로 이루어질 수 있다. 또한 이러한 충돌 부재(121)는 표면에 나노 사이즈의 공극(또는 홀)이 다수 형성될 수 있다.

- [113] 이와 같이 충돌 부재(121)의 표면적을 최대화하고 그 표면에 나노 공극 또는 나노홀을 형성함으로써, 하우징(110)으로 유입되는 유체(10)의 충돌 부재(121)와 충돌 또는 마찰을 일으키면서 유체(10)에 나노 버블을 풍부하게 생성할 수 있다.
- [114] 이 경우, 버블 발생 유닛(120)은 복수로 배치될 수 있으며, 이 중 하나는 도 1에 도시된 바와 같이 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)를 갖도록 구성되고, 다른 하나는 도 2와 같은 복수의 충돌 부재(121)가 충전된 하우징(110)으로 구성될 수 있다. 복수의 충돌 부재(121)가 충전된 버블 발생 유닛(120)은 제1 충돌 부재(122)와 제2 충돌 부재(124)를 갖는 버블 발생 유닛(120)의 전단, 후단 또는 전후단 모두에 선택적으로 설치될 수 있다.
- [115] 유로(130)는 하우징(110) 내부 및 외부 중 적어도 어느 하나에 배치되어, 유체(10)의 이동 중 발생하는 응력에 의해 유체(10) 내 버블이 초미세화되도록 유도할 수 있다.
- [116] 또한, 유체(10) 이송 유닛(190)으로는 수중 펌프가 아닌 다양한 공급 펌프가 이용될 수 있다. 유체(10) 이송 유닛(190)은 유체 공급원(30) 밖의 육상에 설치될 수 있으며, 별도의 수중 순환 펌프(194) 또한 구비하지 않는다.
- [117] 그리고 가스 용해 유닛(200)은 유체(10) 이송 유닛(190)의 전후단에 각각 연결될 수 있다. 가스 공급 라인(180)은 유체(10) 이송 유닛(190)의 전단에 결합된 가스 용해 유닛(200)의 입구 측에 가스를 공급하도록 연결될 수 있으며, 유체(10) 이송 유닛(190)의 후단에 연결된 가스 용해 유닛(200)에는 별도의 가스가 주입되지 않을 수 있다.
- [118] 또한 본 실시예의 경우 별도의 유로(130)가 형성되지 않을 수 있다. 즉 하우징(110) 내부는 물론 하우징(110) 외부에도 별도의 유로(130)가 형성되어 있지 않다. 이와 같이 유로(130)가 존재하지 않음에도 유체(10) 이송 유닛(190)의 전후단에 설치된 가스 용해 유닛(200)과 버블 발생 유닛(120)의 상호 작용을 통해 충분한 나노 버블을 생성하는 것이 가능하다.
- [119] 다른 예로서, 유체(10) 이송 유닛(190)을 포함한 전체 설비가 유체 공급원(30) 내에 잠기도록 수중 설치될 수 있다. 상술한 바와 같이 이들 수중 설비는 부표 또는 바지선에 설치될 수 있다.
- [120] 이 경우 수중 공급 펌프(192)의 전단에 배치되는 가스 용해 유닛(200)은 그 중심축(221)이 수중 공급 펌프(192)의 모터의 축과 연결되어 수중 공급 펌프(192)의 작동과 함께 회전되면서 유체(10) 분자 클러스터를 충격으로 분해하여 미세화할 수 있다.
- [121] 또한 수중 공급 펌프(192)의 전단에 배치되는 가스 용해 유닛(200)의 입구 측에는 흡입되는 유체(10)의 이물질질을 걸러내는 스트레이너가 설치될 수 있으며, 가스 용해 유닛(200)의 출구 측에는 디퓨저와 밸브를 장착하여 유체(10)의 토출 유량 및 압력을 조절할 수도 있다.
- [122] 또 다른 예로서, 유체(10) 이송 유닛(190)을 포함한 전체 설비가 유체 공급원(30) 내에 잠기도록 수중 설치될 수 있다.

- [123] 그리고 가스 용해 유닛(200)은 수중 공급 펌프(192)의 전단에만 배치될 수 있다. 가스 용해 유닛(200)은 그 중심축(221)이 수중 공급 펌프(192)의 모터의 축과 연결되어 수중 공급 펌프(192)의 작동과 함께 회전되면서 유체(10) 분자 클러스터를 충격으로 분해하여 미세화할 수 있다.
- [124] 또한 유로(130)는 하우징(110) 내부에 마련될 수 있으며, 보다 구체적으로 유체(10)의 이동 경로를 기준으로 버블 발생 유닛(120)의 이후에 설치될 수 있다. 따라서 하우징(110) 내에서 1차 버블 발생 및 2차 버블의 초미세화가 모두 일어날 수 있다.
- [125] 또 다른 예로서 유체(10) 이송 유닛(190)을 포함한 전체 설비가 유체 공급원(30) 내에 잠기도록 수중 설치될 수 있다. 또한 가스 용해 유닛(200)은 수중 공급 펌프(192)의 전단 및 후단에 각각 배치될 수 있다. 그리고 이러한 가스 용해 유닛(200) 각각에는 가스 공급 라인(180)이 각각 연결되어 동일 또는 상이한 가스를 유체(10)에 주입할 수 있다.
- [126] 이 경우 수중 공급 펌프(192)의 전단에 배치되는 가스 용해 유닛(200)은 그 중심축(221)이 수중 공급 펌프(192)의 모터의 축과 연결되어 수중 공급 펌프(192)의 작동과 함께 회전되면서 유체(10) 분자 클러스터를 충격으로 분해하여 미세화할 수 있다.
- [127] 또한 유로(130)는 하우징(110) 내부에 마련될 수 있으며, 보다 구체적으로 유체(10)의 이동 경로를 기준으로 버블 발생 유닛(120)의 이후에 설치될 수 있다. 따라서 하우징(110) 내에서 1차 버블 발생 및 2차 버블의 초미세화가 모두 일어날 수 있다.
- [128] 상술한 바와 같이 가스 용해 유닛(200)은 유체(10)의 이송 경로 중에 설치되는 배관(210) 및 이러한 배관(210) 내부에 배치되는 혼합 부재(220)로 구성될 수 있다.
- [129] 이러한 혼합 부재(220)는, 도 12에 도시된 바와 같이 중심축(221), 회전 부재(222), 고정 부재(223) 및 회전 베인(224)을 포함하여 구성될 수 있다. 혼합 부재(220)는 배관(210) 내 유체(10) 이동 경로에 설치되어 유체(10)의 충돌 또는 마찰에 따라 유체(10) 내 가스의 용해도를 높일 수 있다.
- [130] 배관(210)의 내부에는 도 12에 도시된 바와 같이 중심축(221)이 종방향으로 배치되어 양단이 배관(210)에 회전 가능하게 설치될 수 있으며, 회전 부재(222)는 이러한 중심축(221)에 결합되어 중심축(221)과 함께 회전 운동할 수 있으며, 고정 부재(223)는 고정형 타입으로 배관(210) 내에 회전 부재(222)와 이격되도록 고정 설치될 수 있다. 또한 도 12과 달리 중심축(221)은 배관(210)의 직경 방향으로 배치될 수도 있으며, 고정 부재(223)는 배관(210) 내에서 생략될 수도 있다.
- [131] 이 경우, 회전 부재(222)와 고정 부재(223)는 판형 부재일 수 있으며, 도 12에 도시된 바와 같이 서로 번갈아 배치될 수 있다. 그리고 회전 부재(222)와 고정 부재(223)는 유체(10)가 통과하도록 복수의 개구부가 형성된 메쉬형 구조를 가질 수 있다.

- [132] 이와 같이 배관(210) 내부에 회전 부재(222)와 고정 부재(223)를 번갈아 배치함으로써, 배관(210)으로 유입되는 유체(10)는 이들 회전 부재(222)와 고정 부재(223)에 충돌 및 마찰을 일으키게 되며, 이에 따라 유체(10) 내 가스의 용해가 보다 촉진될 수 있다.
- [133] 이와 같이 중심축(221)에 결합된 회전 부재(222)는 회전 베인(224)에 의해 무동력 방식으로 회전될 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이 중심축(221)의 단부에는 회전 베인(224)이 설치될 수 있다. 회전 베인(224)은 배관(210)으로 유입되는 유체(10)의 유동력에 의해 회전 부재(222)를 회전시킬 수 있다.
- [134] 도 13은 혼합 부재(220) 구조의 변형으로서, 혼합 부재(220)는 배관(210) 내에 회전 가능하게 설치되어 유체(10)의 유동력에 의해 회전 운동하는 회전판으로 구성될 수 있다. 즉 다수의 회전판은 직사각 형상을 가지며 배관(210)의 길이 방향을 따라 일정 간격 이격되어 배치될 수 있고, 이들 회전판은 각각 배관(210)의 직경을 가로지르는 중심축(221)에 설치되어 유체(10)의 유동에 따라 회전 운동이 가능하게 된다.
- [135] 이와 같이 유체(10)의 이동 경로에 다수의 회전판을 설치함으로써 유체(10)는 회전판에 충돌 및 마찰을 일으키게 되므로, 유체(10) 내 가스의 혼합이 보다 촉진될 수 있는 것이다.
- [136] 또한, 혼합 부재(220)는 복수회 절곡되어 형성되며 배관(210)의 길이 방향을 따라 배치되는 절곡판으로 이루어질 수 있다.
- [137] 보다 구체적으로 혼합 부재(220)는 도 9에 도시된 바와 같이 상하 방향으로 번갈아 절곡되어 지그재그 형상을 갖는 절곡판일 수 있으며, 이러한 절곡판은 그 폭을 조절함에 따라 배관(210) 내에 다수 설치될 수도 있다.
- [138] 혼합 부재(220)의 경우 유체(10)에 일정한 정도의 장애물로 작용하게 되어 유체(10)는 이러한 절곡판에 충돌 및 마찰을 일으키면서 유동하게 되고, 이에 따라 유체(10) 내 주입된 가스는 유체(10)에 보다 효과적으로 분산 및 혼합될 수 있다.
- [139]
- [140] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [141]

청구범위

- [청구항 1] 유체의 유출입이 가능한 하우징;
 상기 하우징의 내부에 회전 가능하게 결합되는 복수의 회전자; 및
 상기 하우징의 내부에 고정되며 상기 복수의 회전자와 번갈아 배치되는
 복수의 고정자를 포함하고,
 상기 회전자 및 상기 고정자 중 적어도 어느 하나는, 상기 유체의 유동
 통로가 격자형으로 다수 배치된 메쉬형 구조를 갖고,
 상기 회전자와 상기 고정자는 상기 유동 통로를 통해 유동하는 상기
 유체에 상기 회전자의 회전에 의한 충돌, 마찰 및 캐비테이션이
 발생되도록 인접하게 배치되어, 상기 유체에 나노 버블 및 마이크로 버블
 중 적어도 어느 하나를 발생시키는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 메쉬형 구조는,
 다수의 상기 유동 통로가 형성되도록 격자 부재들이 서로 교차되어
 이루어지고,
 서로 교차되는 복수의 가로대와 복수의 세로대로 형성되는 격자 형상을
 갖는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 복수의 가로대와 상기 복수의 세로대는 동일 평면 상에 동일한
 높이로 형성되어, 상기 메쉬형 구조는 평판 구조로 이루어지는,
 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
 상기 복수의 가로대는 상기 복수의 세로대 상에 배치되어, 상기 메쉬형
 구조는 상기 복수의 가로대에 의해 높이 차를 갖는 단차진 구조로
 이루어지는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 5] 유체의 유출입이 가능하도록 유입구 및 배출구가 형성되는 하우징;
 상기 하우징 내부의 상기 유체 이동 경로에 설치되어 상기 유체의 충돌
 또는 마찰에 따라 상기 유체에 버블을 발생시키며, 서로 이격되게 배치된
 복수의 충돌 부재를 포함하는 버블 발생 유닛; 및
 상기 하우징 내부 및 외부 중 적어도 어느 하나에 배치되어, 상기 유체의
 이동 중 발생하는 응력에 의해 상기 유체 내 상기 버블이 초미세화되도록
 유도하는 유로를 포함하는 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 하우징 내부에 회전 가능하게 설치되는 회전축을 더 포함하고,
 상기 복수의 충돌 부재 중 적어도 일부는 상기 회전축에 결합되어 상기
 회전축과 함께 회전 운동하는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,

상기 회전축에 설치되어 상기 유체의 유동력에 의해 상기 복수의 충돌 부재 중 적어도 일부를 회전시키는 회전 날개를 더 포함하는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.

- [청구항 8] 제5항에 있어서,
상기 복수의 충돌 부재 중 적어도 일부는 판형 부재이고,
상기 복수의 충돌 부재 중 적어도 일부는 상기 유체가 통과하도록 복수의 개구부가 형성된 메쉬형 구조를 갖는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 9] 제5항에 있어서,
상기 유로는 상기 하우징의 내부에 형성되어 상기 유체 이동 경로를 기준으로 상기 버블 발생 유닛의 이전 및 이후 중 적어도 어느 하나에 배치되는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 10] 제5항에 있어서,
상기 하우징의 상기 유입구 및 상기 배출구 중 적어도 어느 하나에 연결되는 챔버를 더 포함하고,
상기 유로는 상기 챔버의 내부에 형성되는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 11] 제5항에 있어서,
상기 하우징으로 공급되는 상기 유체에 상기 유체와 상이하고 기체 또는 액체 상태를 갖는 이종 유체를 공급하는 이종 유체 공급 유닛을 더 포함하는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 12] 유체의 이송을 위한 유동력을 제공하는 유체 이송 유닛;
상기 유체 이송 유닛의 유동력에 의해 이송되는 상기 유체 내에 상기 유체와 상이한 가스를 공급하는 가스 공급 라인;
상기 유체의 이송 경로에 배치되어 상기 가스 공급 라인으로부터 공급되는 상기 가스의 상기 유체 내 용해를 촉진시키는 가스 용해 유닛;
및
상기 가스 용해 유닛으로부터 이송되는 상기 유체 내에 나노 버블을 발생시키는 나노 버블 유닛을 포함하는 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 가스 용해 유닛은,
상기 유체의 이송 경로에 배치되는 배관; 및
상기 배관 내부에 배치되어 상기 유체 내에 상기 가스를 혼합하는 혼합 부재를 포함하는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 14] 제12항에 있어서,
상기 유체 이송 유닛은 상기 유체를 공급하는 유체 공급원의 내부로 잠기도록 설치되는 수중 공급 펌프를 포함하는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.
- [청구항 15] 제12항에 있어서,

상기 나노 버블 유닛은,
상기 유체의 유출입이 가능하도록 유입구 및 배출구가 형성되는 하우징;
상기 하우징 내부의 유체 이동 경로에 배치되어 상기 유체의 충돌 또는
마찰에 따라 상기 유체에 버블을 발생시키는 복수의 충돌 부재를
포함하는 버블 발생 유닛; 및
상기 하우징 내부 및 외부 중 적어도 어느 하나에 배치되어, 상기 유체의
이동 중 발생하는 응력에 의해 상기 유체 내 상기 버블이 초미세화되도록
유도하는 유로를 포함하는, 나노-마이크로 버블 발생 장치.