



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월14일
 (11) 등록번호 10-1392787
 (24) 등록일자 2014년04월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/38 (2006.01) *B01D 21/26* (2006.01)
B04C 3/06 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2009-7008271
- (22) 출원일자(국제) 2009년09월28일
 심사청구일자 2011년09월22일
- (85) 번역문제출일자 2009년04월23일
- (65) 공개번호 10-2009-0086957
- (43) 공개일자 2009년08월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/SE2006/001098
- (87) 국제공개번호 WO 2008/039115
 국제공개일자 2008년04월03일
- (56) 선행기술조사문헌
 W01995004602 A1*
 US3566922 A*
 JP2006122813 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
와트레코 아이피 에이비
 스웨덴 말뫼 에스이 211 24, 코크스가탄 9
- (72) 발명자
오버센, 모르텐
 스웨덴 말뫼 에스-214 47, 아우구스텐보르그스가
 텐 21 에이
- 할버그, 커트**
 스웨덴 트렐레보리 에스-231 95, 클레럽 159
- (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 31 항

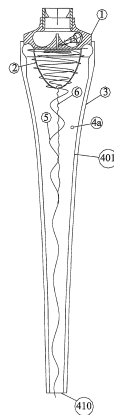
심사관 : 이강욱

(54) 발명의 명칭 **와동 발생기**

(57) 요약

매체에 제어된 와동 운동을 일으키도록 설계된 와동 발생기는 매체를 와동 발생기 내로 안내하도록 중공의 입구 영역(1)을 구비한다. 입구 영역은 곡선의 기하학적 형태(108)를 구비한 회전 대칭 캐비티(101)로 이루어진다. 또한, 내측에서 와동 운동이 확립되는 와동 챔버(4a; 4b)는 입구 영역에 부착된다. 입구 영역(1)은 회전 대칭 캐비티로부터 와동 챔버로 매체를 안내하기 위한 적어도 하나의 나선 형상 원뿔형 채널을 포함한다. 와동 챔버는 트럼펫 형상(4a) 또는 계란 형상(4b)이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

유체 와동(5)을 발생시키는 적어도 하나의 나선 형상의 원뿔형 채널(102a, 102b)을 형성하며, 회전 대칭 캐비티(rotationally symmetric cavity; 101)를 포함하는, 입구 영역(1); 및

상기 입구 영역과 유체 소통하고, 길이 방향 내부 단면이 트럼펫 형상(4a) 또는 계란 형상(4b)이며, 단부에서 유체 출구(410)를 형성하는 와동 챔버(vortex chamber; 4a, 4b)를 포함하는 와동 발생기로서,

상기 채널(102a)의 상기 입구는 상기 회전 대칭 캐비티의 사이트에 위치하며, 상기 채널(102a, 102b)은 상기 와동 챔버(4a, 4b)내로 접선 방향으로(tangentially) 이끌리며(lead),

상기 트럼펫 형상의 와동 챔버(4a)의 내측의 길이 방향 단면은 함수 $f(x) = k * x^y$ 에 의해 주어지며, x 는 상기 와동 챔버(4a)의 길이 방향을 따른(along) 거리에 따라 결정되며, y 는 -1.1 이상이고 -1.0 이하의 상수이며, k 는 8500 이상이고 9000 이하의 상수이며,

상기 계란 형상 와동 챔버(4b)의 내측의 길이 방향 단면은 함수 $f(x) = k_1 * x^2 + k_2 * y^2 - C$ 에 의해 주어지며, x 는 상기 와동 챔버(4a)의 길이 방향을 따른 거리에 따라 결정되며, y 는 상기 와동 챔버(4a)의 상기 길이 방향에 대해 수직인 크로스(cross) 방향 거리에 따라 결정되고, C , k_1 및 k_2 는 상수이며, C 는 18 이상 및 21 이하이며, x 가 0 이하이면 k_1 은 0.003 이상이고 k_2 는 0.005 이상이며, x 가 0보다 크면, k_1 은 0.002 이상이고 k_2 는 0.005 이상인, 와동 발생기.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 와동 챔버에 상기 입구 영역을 결합하는 부착부(105)를 추가로 포함하는 와동 발생기.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 회전 대칭 캐비티(101)는 곡선의 기하학적 형태(curved geometry; 108)를 갖는 와동 발생기.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 채널은 콩팥(kidney) 형상 단면인, 와동 발생기.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 입구 영역에 결합되는 와동 집중기(2)를 추가로 포함하며, 상기 와동 집중기(2)의 외부면은 상기 와동 챔버 내로 안내되는 유체 유동에 의해 둘러싸이며, 상기 와동 집중기의 상기 외부면은 상기 유체 유동을 감속시키는, 와동 발생기.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 입구 영역(1)은, 상기 입구 영역의 상기 회전 대칭 캐비티로부터 상기 와동 집중기의 내측(inside)으로 유동을 안내하기 위한 중앙 채널(104)을 포함하는 와동 발생기.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 중앙 채널(104)과 상기 와동 집중기의 내측 사이에 위치되는 채널 디스크(106)를 추가로 포함하며, 상기 채널 디스크(106)는 상기 중앙 채널(104)로부터 상기 와동 집중기의 내측으로 유체의 안내를 위한 적어도 하나의 경사 채널을 가지는 와동 발생기.

청구항 8

제 3 항에 있어서, 상기 유체는, 상기 회전 대칭 캐비티의 내면을 따라 유동하며(flow), 회전 대칭 캐비티에서 회전 원환체(rotating torus) 형태를 갖는 흐름을 형성하는(define) 와동 발생기.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 와동 챔버의 내벽은 상기 와동 챔버에서 유체를 감속시키고, 이에 의해 상기 와동 챔버에서 와동(5)의 외부면을 형성하는 와동 발생기.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 출구에서 유체는 비틀린 나선 형상 유동 프로파일을 가지는 와동 발생기.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 와동 발생기는 대기압보다 큰 유체의 압력으로 동작하는 와동 발생기.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 유체 내의 입자들은 상기 와동 챔버에 있는 유체의 와동(5)의 중심에서 수집되고, 이에 의해 입자들은 배출되는 와동 발생기.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 와동 챔버는 계란 형상(4b)이며, 상기 유체는 상기 출구로부터 분사되는 와동 발생기.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 와동 챔버는 트럼펫 형상(4a)이며, 상기 유체는 상기 출구에서 제트를 형성하는 와동 발생기.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 와동 챔버를 측면으로 둘러싸는 외부 용기(3)를 추가로 포함하는 와동 발생기

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 입구 영역에 인접한 와동 챔버의 지름은 상기 출구에 인접한 와동 챔버보다 큰, 와동 발생기.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 입구 영역(1)은 상기 입구 영역의 상기 회전 대칭 캐비티로부터 상기 와동 집중기의 내측(inside)으로 유동을 안내하기 위한 중앙 채널(104)을 포함하는 와동 발생기.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 중앙 채널(104)과 상기 와동 챔버의 내측 사이에 위치한 채널 디스크(106)를 추가로 포함하며, 상기 채널 디스크(106)는 상기 중앙 채널(104)로부터 상기 와동 챔버의 내측으로 유체의 안내를 위한 적어도 하나의 경사 채널을 가지는 와동 발생기.

청구항 19

적어도 하나의 나선 형상의 원뿔형 채널(102a, 102b)을 형성하며 회전 대칭 캐비티(101)를 포함하는 입구 영역(1) 및 상기 입구 영역과 유체 소통하는 와동 챔버(4a, 4b)를 가지는 와동 발생기를 작동시키는 방법으로서,

상기 채널(102a)의 상기 입구는 상기 회전 대칭 캐비티의 사이트에 위치하며, 상기 채널(102a, 102b)은 상기 와동 챔버(4a, 4b)내로 접선 방향으로 이끌리며,

상기 입구 영역의 상기 적어도 하나의 나선 형상 원뿔형 채널(102a, 102b) 내로 유체를 도입하는 단계로서, 상기 적어도 하나의 나선 형상 원뿔형 채널(102a)은 유체에서 와동(5)을 발생시키는, 상기 유체를 도입하는 단계; 및

상기 입구 영역으로부터, 상기 와동 챔버의 길이 방향 내부 단면이 트럼펫 형상(4a) 또는 계란 형상(4b)이고 그리고 단부에서 유체 통로(410)를 형성하는 상기 와동 챔버 내로 유체를 안내하는 단계를 포함하며;

상기 트럼펫 형상의 와동 챔버(4a)의 내측의 길이 방향 단면은 함수 $f(x) = k * x^y$ 에 의해 주어지며, x는 상기 와동 챔버(4a)의 길이 방향을 따른(along) 거리에 따라 결정되며, y는 -1.1 이상이고 -1.0 이하의 상수이며, k는 8500 이상이고 9000 이하의 상수이며,

상기 계란 형상 와동 챔버(4b)의 내측의 길이 방향 단면은 함수 $f(x) = k_1 * x^2 + k_2 * y^2 - C$ 에 의해 주어지며, x는 상기 와동 챔버(4a)의 길이 방향을 따른 거리에 따라 결정되며, y는 상기 와동 챔버(4a)의 상기 길이 방향에 대해 수직인 크로스(cross) 방향 거리에 따라 결정되고, C, k_1 및 k_2 는 상수이며, C는 18 이상 및 21 이하이며, x가 0 이하이면 k_1 은 0.003 이상이고 k_2 는 0.005 이상이며, x가 0보다 크면, k_1 은 0.002 이상이고 k_2 는 0.005 이상이며,

상기 와동 챔버에서, 상기 와동(5)에 의한 유체의 혼합 또는 분리 과정, 및 상기 와동(5)에 의한 유체 압력 변화 과정(procedure) 중에서 적어도 하나의 과정이 진행되는, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 유체는 가스, 액체, 또는 가스와 액체 혼합물인, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서, 상기 혼합은 유체에 가스, 액체, 또는 고체 중 적어도 하나를 추가하는 것을 포함하는 와동 발생기 작동 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 가스는 공기, 산소, 또는 오존인, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서, 상기 고체는 분말인, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 24

제 19 항에 있어서, 상기 유체는 액체와 가스 혼합물이며, 상기 분리는 상기 액체에서 가스를 제거하는 것을 포함하는 와동 발생기 작동 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 가스 제거는 액체로부터 공기를 제거하는 것인, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 26

제 19 항에 있어서, 상기 유체는 입자를 함유한 물이며, 상기 분리는, 상기 와동 챔버 내의 와동(5)의 중심에서 적어도 입자 중 일부를 수집하는 단계; 및 상기 와동 챔버로부터 수집된 입자를 드레인하는 단계를 포함하는 와동 발생기 작동 방법.

청구항 27

제 19 항에 있어서, 상기 유체는 용질을 함유하고, 상기 분리는 유체로부터 용질의 적어도 일부를 제거하는 것을 포함하는 와동 발생기 작동 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서, 상기 용질은 이온인, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 29

제 19 항에 있어서, 유체는 방해석을 함유한 물이며, 상기 분리는 물에서 방해석의 양을 감소시키는 것을 포함하는 와동 발생기 작동 방법.

청구항 30

제 19 항에 있어서, 상기 분리하는 물을 정수하는 것을 포함하는 와동 발생기 작동 방법.

청구항 31

제 19 항에 있어서, 상기 유체는 액체이며, 상기 와동 챔버 내의 와동(5)의 중심에서의 압력은 감소되며, 상기 유체에 존재하는 미생물(microorganisms)은 상기 와동(5)의 중심과 와동의 다른 부분들 사이의 압력차들을 견딜 수 없어 상기 압력차들에 의해 죽는, 와동 발생기 작동 방법.

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 매체에 제어된 와동 운동을 일으키도록 설계된 와동 발생기에 관한 것이다. 와동 발생기는 와동 발생기로 매체를 안내하기 위한 입구 영역을 가지며, 이러한 입구 영역은 곡선의 기하학적 형태를 구비한 회전 대칭 캐비티를 포함하고, 와동 발생기는 입구 영역에 부착된 와동 챔버를 추가로 포함하며, 와동 챔버 내측에서 와동 운동이 확립된다. 본 발명은 또한 물을 정화하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 매체에 와동 운동을 일으킬 목적을 위하여 와동 발생기를 사용하는 이미 확립된 기술은 다수의 상이한 방식으로 달성된다. 가장 일반적인 기술은 압력을 발휘하는 가이드 레일들의 사용에 의해 와동 챔버 내측에서 매체를 운동시키는 것이다. 이러한 접근법이 가진 문제는 가이드 레일이 끝에 오자마자, 압력이 또한 사라지는 것이다. 또 다른 확립된 방법은 고압 고유량으로 균질의 덩어리(homogenous mass)로서 접선으로 매체를 와동 챔버 내로 송풍하는 것이다. 이러한 방법은, 고체의 회전과 유사하고 궁극적으로 난류를 초래하는 매체의 회전을 발생시킨다. 여전히 또 다른 방법은 고속으로 회전하는 디스크의 일종을 사용하여 디스크로 매체를 당기는 것이다. 이러한 것은 주변에서 고압을 초래하고, 이는 구조적 와동으로 하여금 난류로 빠르게 붕괴되도록 한다.

[0003] 그러므로, 유동 매체를 제어된 와동 운동으로 유지하는 것이 중요한 특성의 경우에 어려움이 발생한다. 예를 들어, 하이드로사이클론 및 제트 엔진에 있어서 연소 챔버에 관하여, 매체를 균질의 덩어리로서 접선으로 챔버 내로 송풍하는 기술이 사용되었지만, 이러한 방법이 가지는 문제들 중 하나는 이 경우에 유동이 차단되어, 난류를 초래한다는 것이다. 하이드로사이클론에서, 이러한 것은 원심 분리 효과와 간섭하고, 용인된 유동 내로 입자들이 흡인되도록 한다. 제트 엔진에서, 이러한 것은 연료와 공기 혼합물이 열등한 품질이 되도록 하여, 효율성에서의 감소를 초래한다. 이러한 것은 또한 가능한 와동 운동을 제어하는 것보다 더 많은 에너지 및 원료의 보다 높은 사용량을 요구하는 공정을 초래한다. 유동을 안내하도록 가이드 레일들을 사용하는 것은 가이드 레일이 끝에 오자마자 가이드 효과가 사라지기 때문에 충분히 효율적이지 못하다. 또 다른 문제는 유동 매체가 균질 및 다소 층류로 와동 챔버 내로 송풍 또는 강요될 때, 와동이 스파이럴(spiral) 유동 형태를 형성하지 못하지만, 이 경우에 또한 고체의 방식으로 회전하기 시작하여 궁극적으로 난류로 변한다는 것이다.

[0004] 응용 가능한 액체를 취급하는 것을 목적으로 하는 확립된 와동 발생기의 예가 DE-U-20 218 674에 개시되어 있다.

[0005] 소위 마틴 와동 발생기(Martin Vortex Generator)인 또 다른 와동 발생기가 브랜드명 Wirbelwasser® (www.wirbelwasser.de) 하에서 시판되고 있다. 이러한 와동 발생기에서 물은 고체와 유사한 방식으로 움직인다.

발명의 상세한 설명

[0006] 본 발명의 목적은 유동 매체가 제어된 와동 운동으로 지향되도록 하는 방식으로, 상이한 형태의 시나리오로, 상술한 문제들에 대한 보다 양호한 해법을 제공하는 와동 발생기를 달성하는데 있다.

- [0007] 이러한 목적은 청구항 제 1 항에서 한정된 특징들을 제공하는, 본 명세서의 서두에 기술된 종류의 와동 발생기를 사용하여 달성된다. 바람직한 실시예들은 종속 청구항 제 2 항 내지 제 11 항에 기술된다. 상기 목적은 또한 청구항 제 12 항에 기술된 방법을 사용하여 특정 분야의 용도를 위해 달성된다.
- [0008] 본 발명에 따라서, 와동 발생기는 회전 대칭 캐비티로부터 와동 챔버로 매체를 안내하기 위한 적어도 하나의 나선 형상의 원뿔형 채널을 포함하는 입구 영역을 가진다. 와동 챔버는 트럼펫 형상이거나 또는 계란 형상이며, 와동 챔버의 트럼펫 형상의 길이 방향 내부 단면이 함수 $f(x) = k * x^y$ 에 의해 주어지는 방식으로 설계되며, 여기에서, 파라미터들의 다음의 변수는 와동 챔버의 트럼펫 형상의 길이 방향 내부 단면의 한정 영역을 의미하며: $8500 \leq k \leq 9000$, $-1.1 \leq y \leq -1.0$, 상기 함수는 길이 단위의 시작값 x_0 과 $x_0 + 250$ 사이에서 정의되며, 여기에서, x_0 는 $70 \leq x_0 \leq 170$ 에 따라서 변하며, 와동 챔버 내측의 계란 형상은 함수 $f(x) = k_1 * x^2 + k_2 * y^2 - C$ 에 의해 주어지며, 여기에서, 파라미터의 다음의 변수는 와동 챔버의 계란 형상의 길이 방향 내부 단면의 한정 영역을 의미한다: $18 \leq C \leq 21$, $x \leq 0$ 이면, $k_1 \geq 0.003$ 및 $k_2 \geq 0.005$ 이고, $x > 0$ 이면, $k_1 \geq 0.002$ 및 $k_2 \geq 0.005$ 이다.
- [0009] 본 발명의 설계를 통하여, 매체는 수조(bath)가 비워질 때 형성되는 와동과 유사한 자기 조직화(self-organisation)에 대한 임펄스(impulse)를 수용하고, 내부 와동 운동은 외부 용기의 표면에 의해 유발되는 감속 효과(slowing-down effect)에 의해 유지된다. 이러한 방식으로 유동 매체에 임펄스를 주는 것에 의하여, 내구적이고 잘 구성된 와동이 생성되어 유지되고, 초기 임펄스가 주어진 후에 보다 길게 연속하도록 만들어진다. 본 발명에 따라서, 와동 발생기는 이미 확립된 기술을 통하여 달성될 수 있는 것보다 상당히 낮은 압력 및 유동으로 잘 구성된 와동을 발생시킬 수 있다. 이러한 것은 또한 액체와 가스의 효율적인 혼합물이 얻어지는 것을 허용하며, 이는 보다 적은 에너지와 원료 물질의 보다 적은 사용을 요구함으로써 한층 비용면에서 효과적인 상이한 공정들을 이끈다. 또한, 와동 발생기가 구성되는 방식 때문에, 예를 들어 가스 또는 입자들의 분리에 사용될 수 있는 진공 펌프로써 기능하는 감소된 압력이 와동의 중심에 형성된다.
- [0010] 매체는 바람직하게 액체 또는 가스여야 한다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따라서, 와동 발생기는 또한 입구 영역에 부착되는 와동 집중기(vortex concentrator)로 이루어지며, 이러한 와동 집중기는 입구 영역의 나선 형상 원뿔형 채널로부터 와동 챔버 내로 안내되는 매체의 유동에 의해 그 외부면이 둘러싸이는 방식으로 위치된다. 와동 집중기의 이러한 외부면은 유동을 감속시키도록 설계되어서, 감소된 압력이 외부면에 이웃하여 형성될 수 있다. 와동 집중기는 형성된 와동의 안정성을 더욱 증가시킨다.
- [0012] 실시예에 따라서, 입구 영역은 와동 집중기의 부착을 위한 경사 가장자리를 가진다. 이러한 것은 와동 집중기를 부착하는 것이 용이하다는 것을 의미한다.
- [0013] 와동 발생기의 입구 영역은 입구 영역의 회전 대칭 캐비티로부터 와동 집중기의 내측으로 매체의 2차 유동을 안내하기 위한 중앙 채널을 포함할 수 있다. 이러한 경우에, 와동 집중기는 또한 와동 집중기의 내측으로부터 와동 챔버로 2차 유동을 안내하기 위한 출구 영역과, 중앙 채널과 와동 집중기의 내측 사이에 배치된 채널 디스크를 가지며, 이러한 채널 디스크는 중앙 채널로부터 와동 집중기의 내측으로 2차 유동을 안내하기 위한 적어도 하나의 경사 채널을 가진다. 이러한 설계를 사용하여, 와동은 와동 집중기의 내측에서 생성될 수 있으며, 이러한 2차 유동이 와동 집중기를 떠날 때, 와동 챔버에서의 압력과 비교하여 와동 집중기 내측에 존재하는 보다 높은 압력으로 인하여, 고속 및 회전으로 와동 챔버 내로 가속하여 발산한다. 결과적으로 와동 챔버 내에서의 주요 와동은 더욱 집중되게 된다.
- [0014] 와동 집중기의 내측은 바람직하게 회전 대칭 캐비티를 포함한다. 이렇게 하여, 와동 집중기의 내측에서의 와동들의 형태가 강화된다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따라서, 적어도 하나의 와동 채널을 구비한 노즐이 와동 집중기의 출구로부터 상류 측에서 와동 집중기의 내측에 위치된다. 노즐의 도움으로, 와동 집중기의 내측에 형성되는 와동이 집중된다.
- [0016] 와동 발생기의 입구 영역은 바람직하게 입구 영역의 내측으로 돌출하는 적어도 하나의 날개를 포함한다. 이러한 부가물을 가지는 것에 의하여, 입구 영역 내로 안내되는 매체는 와동의 형태의 속도를 빠르게 하는 임펄스가 주어진다.
- [0017] 날개는 바람직하게 입구 영역의 회전 대칭 캐비티의 상류 측에 위치된다. 매체는 이에 의해 초기에 임펄스가 주

어져서, 와동 운동은 매체가 입구 영역의 캐비티에 도달하기 전에도 시작된다.

- [0018] 와동 챔버의 내측을 향하여 들어가는 그 표면들 중 하나 상에 있는 입구 영역은 라운딩된 오목부를 가질 수 있다. 이러한 오목부는 와동 챔버의 내부 기하학적 형태의 일부를 구성하고, 와동을 더욱 안정시키는 효과를 가진다.
- [0019] 본 발명의 와동 발생기는 유익하게 와동의 중심에서 오염물을 수집하는 것에 의해 물을 정화하도록 배열된다.
- [0020] 물을 정화하기 위한 방법에 따라서 오염된 물은 본 발명의 설계에 따라서 구성된 와동 발생기로 안내된다. 오염물들은 와동의 중심 내측에서 효과적으로 수집되어 멀리 안내될 수 있는 한편, 정화된 물은 오염물의 외측으로 방사상으로 나아갈 수 있다.

실시예

- [0027] 본 발명의 보다 상세한 특징들과 이점들은 다음의 상세한 설명을 통하여 명백하게 될 것이다. 본 발명은 도 1 및 도 2에 도시된 새로운 형태의 와동 발생기로 이루어지고, 그 목적은 트럼펫 형상의 와동 챔버(4a) 또는 계란 형상의 와동 챔버(4b)로 유동 매체를 제어된 와동 운동으로 만드는 것이다.
- [0028] 매체는 초기 회전으로 주어지는 한편, 동시에 와동의 보다 미세한 구조는 이미 입구 영역(1) 자체에서 조직된다. 아래에 상세하게 기술된 방식으로 보내지는 것에 의하여, 매체는 메인 와동(5)의 축선 주위에서 회전하도록 만들어지는 한편, 동시에, 다중 운동으로 유동하는 와동 자체의 축선 주위에서 회전한다. 와동의 연속된 운동은 와동 챔버(4a, 4b)의 외부벽으로부터의 감속 효과에 의해 유지된다.
- [0029] 유동 매체는 자기 조직화에 대한 임펄스가 주어지는 것으로 시작하는 과정을 겪게 된다고 말할 수 있다. 입구 영역(1)에 있는 개구를 통하여 유동하는 매체는 날개(103)에 의해 초기화 회전으로 설정되고, 날개들은 그 압력 축에서 회전을 개시하도록 매체를 강요한다. 날개들의 감소된 압력 축에서의 비교적 낮은 압력으로 인하여, 매체 중 일부는 작은 마이크로 와동들로 흡인되고, 마이크로 와동은 보다 미세한 구조의 와동을 구성한다. 이러한 마이크로 와동들은 와동 쓰레드(vortex thread)들의 "묶음(bunch)"으로 와동들 자체를 함께 부분적으로 결합하고, 와동 실들은 채널(102a, 102b)들에서 형성되는 보다 큰 와동의 코어를 구성한다.
- [0030] 와동 쓰레드(109)들의 묶음들로 회전하는 매체가 회전 대칭 캐비티(101) 내로 유동할 때, 매체는 곡선의 기하학적 형태(108)의 주변을 향하도록 강요된다. 회전하는 매체는 캐비티(101)의 곡선의 외측에 대해 평탄화되고, 이어서 곡선이 다시 위를 향해 선회(turn)함으로써 연속하여 비틀리며(curl up), 그래서, 와동 쓰레드들의 묶음들로 회전하는 원환체(torus)가 회전 대칭 캐비티 내측에 형성된다. 매체가 일정량의 초과 압력을 가지고 입구 영역(1)으로 밀리기 때문에, 원환체의 외부 부분은 다수의 채널(102a, 102b)들 내로 강요되고, 채널(102a)의 입구는 회전 대칭 캐비티 측에 위치된다. 이러한 채널(102a, 102b)들은 원뿔형이고 나선 형상이며, 와동 챔버(4a, 4b) 내로 접선으로 이끌리게 된다. 채널(102a, 102b)들의 원뿔 형상은 채널(102b)들의 출구 영역의 표면적을 그 입구 영역(102a)보다 작게 만든다. 채널들 내로 강요되어 회전하는 매체는 부분적으로 콩팥(kidney) 형상의 기하학적 형태에 의해, 그리고 부분적으로 이러한 와동의 코어를 구성하는 마이크로 와동들에 의해 조직되는 보다 큰 와동을 형성한다. 채널(102a, 102b)들의 콩팥 형상의 기하학적 형태는 그 안에서 와동들을 유지하고 와동들의 집중을 촉진한다. 채널들이 원뿔 형상이기 때문에, 와동들은 반경의 크기가 감소함에 따라 증가된 속도로 회전하게 된다. 채널들이 나선 형상이고 유동의 축선이 접선으로 위치되기 때문에, 매체는 이러한 방향(110)으로 와동 챔버(4a, 4b) 내로 강요된다.
- [0031] 상이한 2차 유동은 와동 챔버(4a, 4b) 내로 밀리게 되고, 와동 챔버는 외부 용기(3)의 내측, 와동 집중기(2)의 외측, 및 와동 집중기(2)에 의해 커버되지 않는 입구 영역(1)의 바닥 부분으로 만들어진다. 입구 영역의 나선형상 채널들(102a, 102b)로부터 퍼지는 매체는 방향(110)에서 접선으로 유동하고, 와동 챔버에 대한 입구 영역의 유연하게 형성화된 부착부(105) 아래에서 정확하게 회전하기 시작한다. 매체는 그런 다음 아래로 유동하도록 강요되고, 그 지점에서 와동 집중기(2) 주위에서 회전하게 된다. 매체는 와동 집중기(2)의 외부면 주위에서 회전함에 따라 코안다 효과(Coanda effect)에 의해 영향을 받게 된다. 그 결과, 매체는 브레이크의 일종으로서 작용하는 표면에 의해 표면까지 끌려가며, 이러한 것은 표면에 바로 이웃하여 감소된 압력을 생성하고, 와동 집중기의 턱을 향해 아래로 와동을 3차원 운동으로 형상화한다.
- [0032] 동일한 방식으로, 감소된 압력은 와동 챔버(4a, 4b)의 외부면에 근접하여 생성되지만, 특히 시작으로부터의 와동이 와동 집중기(2) 주위에서 보다 많은 운동을 가지기 때문에, 이러한 감소된 압력은 메인 와동(5)에 강하게 영향을 미치지 않는다. 그 결과 와동이 와동 집중기 주위에 만들어지고, 매체로서 형성되는 감소된 압력은 와동

집중기 주위에서 휩쓸려서, 와동 집중기의 표면을 향하여 주변으로부터 매체를 빨아들인다.

- [0033] 매체의 2차 유동은 직선 채널(104)을 통해 와동 집중기(2) 내로 진행하고, 더욱 작은 유동으로 2차 유동을 위쪽으로 안내하는 경사 채널들을 구비한 채널 디스크(96)로 이루어진 노즐을 통해 와동 집중기 내로 강요되며, 순차적으로 와동 집중기(2)의 내측에서 접선으로 안쪽으로 강요된다. 상기 내측은 외측과 동일한 방식으로 형상화되고, 그러므로 회전 대칭 캐비티(201)를 생성한다. 매체의 유동이 측부들을 향해 강요됨으로써, 유동은 회전하기 시작하고 와동이 형성된다. 와동이 와동 집중기의 내측의 팁에 도달함으로써, 와동은 와동 챔버(4a 또는 4b) 내에서 출구 구멍(202)을 통해 외부로 이동될 수 있다. 압력이 와동 챔버에서보다 회전 대칭 캐비티 내측에서 더 높기 때문에, 와동은 와동 집중기에서 가속되어 고속의 회전으로 팁으로부터 발사된다.
- [0034] 와동 집중기(2)의 팁으로부터 나오는 와동은 2차 와동들이 출구 구멍(202) 내측에서 만남으로써 로프에서의 가닥들처럼 함께 비틀리는 하나 이상의 2차 와동들로 이루어진다. 2차 와동들은 와동 집중기 내측에 있는 노즐(203) 내측에서 형성된다. 노즐 내측에는 2차 와동을 포획하고 형상화하는 적어도 하나의 와동 채널(204)이 있다. 노즐은 채널들이 주위 와동을 향하여 개방하는 지점에서 원뿔 형상이다. 와동에서의 매체는 채널들 내로 강요되고, 여기에서 압력에 의해 출구 구멍을 향하여 강요되는 작은 와동들을 생성한다. 상이한 2차 와동들이 출구 구멍에서 만남으로써, 2차 와동들은 응집성 와동(cohesive vortex)으로 서로 얽힌다. 보다 고속의 회전과 원심 유동을 통한 와동의 이러한 부분은 메인 와동을 한층 더욱 집중시키는 감소된 압력을 생성한다.
- [0035] 와동 집중기(2)의 팁으로부터 나오는 중앙 와동(6)은 메인 와동(5)의 중심에 2차 와동들이 와동 집중기(2) 주위에서 모여짐에 따라서 형성되는 코어를 구성한다.
- [0036] 와동 챔버(4a, 4b)의 내측은 매체의 주변에서 일종의 감속 효과를 가지게 되며, 이는 주변 유동의 속도를 낮춘다. 이러한 외부 용기는 매체와 접촉하고, 상기된 감속 효과의 기초를 형성하는 정지층을 제공하는 표면을 갖는다. 그 결과 유동의 나선 형상 시각화의 발생을 초래하고, 와동의 연속 운동이 유지된다. 와동 챔버(4a, 4b)의 길이 방향 내부 단면은 와동의 가속을 제어하는데 적절한 기하학적 형태를 구성하는 트럼펫 형상으로서, 또는 계란 형상으로서 기술될 수 있다.
- [0037] 트럼펫 형상(4a)의 와동 챔버(401)의 길이 방향 내부 단면은 함수 $f(x) = k * x^y$ 에 의해 주어지는 방식으로 설계되며, 여기에서, 파라미터들의 다음의 변수는 와동 챔버의 트럼펫 형상의 길이 방향 단면의 한정 영역을 의미하며: $8500 \leq k \leq 9000$, $-1.1 \leq y \leq -1.0$ 이다. 상기 함수는 길이 단위의 시작값 x_0 과 $x_0 + 250$ 사이에서 정의되며, 여기에서, x_0 는 $70 \leq x_0 \leq 170$ 에 따라서 변한다. 대안적으로, 함수 $f(x) = k_1 * x^2 + k_2 * y^2 - C$ 로서 정의되는 와동 챔버(4b)의 계란 형상 기하학적 형태(402)는 특정 적용에서 와동의 가속을 지휘하는데 적합할 수 있으며, 여기에서, 파라미터의 다음의 변수는 와동 챔버의 계란 형상의 길이 방향 내부 단면의 한정 영역을 의미한다: $18 \leq C \leq 21$, $x \leq 0$ 이면, $k_1 \geq 0.003$ 및 $k_2 \geq 0.005$ 이고, $x > 0$ 이면, $k_1 \geq 0.002$ 및 $k_2 \geq 0.005$ 이다.
- [0038] 반경이 입구 영역(1)으로부터 주어진 트럼펫 형상 또는 계란 형상 함수에 따라서 출구(410)로의 방향으로 감소함으로써, 모멘텀이 보존되기 때문에, 와동의 각도 진동수는 주어진 기하학적 형태에 따라서 증가하게 된다. 와동 챔버의 주변에 의한 감속 효과는 여전히 활동적이며, 그 결과, 나선 형상 유동 프로파일은 더욱 결합하여 비틀리게 된다. 상이한 방식으로 기하학적 형태를 형상화하는 것에 의해, 와동의 각도 진동수의 가속을 제어하는 것이 가능하여서, 주변 속도의 본래 값이 유지된다.
- [0039] 와동 챔버(4a 또는 4b)의 기하학적 형태의 효과와 주변에서의 감속 효과는 와동이 와동의 중심을 향해 안쪽으로 그 회전 주파수를 증가시키는 결과를 가지며, 순차적으로 유동 프로파일이 평면에서의 회전으로부터 길이 방향으로 진행하여 중심축을 따르는 인출 회전(drawn-out rotation)을 구비한 유동 프로파일로 된다. 와동 챔버의 내측 압력은 외측보다 높으며, 이러한 것은 내부면과 동일한 감압 효과를 받지 않는 중앙 부분이 보다 높은 축선 방향 속도를 달성하는 방식으로 매체가 압력에 의해 영향을 받는 이유이다. 와동은 거의 증가하지 않는 나선 형상의 회전으로부터 더욱 높은 축선 방향 및 더욱 높은 속도의 축선 방향 유동을 갖는 회전으로 변형된다.
- [0040] 트럼펫 형상의 기하학적 형태와 계란 형상의 기하학적 형태의 차이는 트럼펫 형상의 것으로, 더욱 높은 축선 방향 속도가 달성된다는 것이다. 이러한 것은 계란 형상의 기하학적 형태가 예를 들어 매체가 적절한 분산 이미지로 분사되어야 하는 노즐에 적용하기에 보다 적절하다는 결과를 가진다. 트럼펫 형상의 기하학적 형태는 유동 매체의 높은 초기 속도가 필요한 적용, 예를 들어 제트 엔진에서의 연소 챔버에서 또는 워터 제트 적용에 적절하다.
- [0041] 상기된 방식으로 유동 매체에 임펄스를 주는 것에 의하여, 오래가며 잘 구조된 와동이 생성되어 유지될 수 있으

며, 와동은 임펄스 제공자(provider) 자체를 지나서 추가의 거리를 지속한다. 또한, 와동은 이미 확립된 비교 가능한 기술과 비교하여 동일한 체적의 와동 챔버에 의해 상당히 낮은 압력 및 유동으로 형성된다. 본 발명을 사용하는 하나의 이점은 예를 들어 상당히 높은 압력에서만 효과를 보이기 시작하는 이미 확립된 기술과 비교하여 단지 0 bar 만큼 낮은 압력으로 작업하는 것이 가능하다는 것이다.

- [0042] 와동 발생기 내로 안내되는 매체는 가스 또는 액체일 수 있지만, 또한 액체와 가스의 혼합물일 수 있다.
- [0043] 본 발명의 설계에 따라서, 와동 발생기는 몇 개의 분야에서 사용될 수 있다. 특히, 하수 정화 및 음용수의 제조에 관해서 정수에 잘 적합하다. 와동 발생기의 사용으로, 입자들은 물로부터 효과적으로 제거될 수 있다. 입자들은 와동의 중심에서 모여 멀리 드레인될 수 있다. 정수된 물은 불순물의 방사상 외측으로 지나갈 수 있다. 예를 들어 철 이온과 같은 용질(solutes)이 물로부터 제거될 수 있다는 것을 실험에서 또한 보여주었다.
- [0044] 감소된 압력이 와동의 중심에서 생성되기 때문에, 와동 발생기는 예를 들어 가스 또는 입자들의 분리 시에 사용될 수 있다. 이러한 특성은 예를 들어 아이스 링크에서 얼음의 유지 보수에 사용될 수 있다. 얼음으로 부어질 물은 감소된 압력을 통해 기포의 가스를 제거하고, 물의 유동 특성을 변화시키며, 이러한 것은 물이 저온에서 사용될 수 있다는 것을 의미한다. 물의 낮은 온도에도 불구하고, 물은 기공들 내로 용이하게 유동하며, 얼음에 금이 가게 한다. 이러한 것은 순차적으로 얼음이 보다 신속하고 고르게 결빙되게 하고, 이러한 것은 제빙기가 보다 짧은 시간 동안 사용된다는 것을 의미한다. 이러한 것은 에너지를 절약하고 유지 비용을 감축시킨다. 이러한 가스 제거 효과는 또한 제설기를 사용한 눈의 제조 뿐만 아니라 산업용 얼음의 제조시에 사용될 수 있다.
- [0045] 또한, 와동의 중심에서 감소된 압력은 가스를 유체 내로 흡인하도록 사용될 수 있다. 공기가 물 속으로 흡인되도록 허용되고 유닛이 연못(pond)에서 사용되면, 물의 강한 폭기(aeration)가 발생하고, 이는 물고기에게 이점이 있으나, 또한 물에 있는 영양분을 파괴하는 박테리아에도 이점이 있다. 이러한 방식으로, 녹조의 성장을 제어하는 것이 가능하다. 연못으로부터 물은 정화될 수 있고 물이 연못으로 복귀하기 전에 산소가 추가된다. 이러한 방식으로, 연못의 생태학적 밸런스가 유지될 수 있다.
- [0046] 와동의 중심에서의 감소된 압력은 또한 물질들을 혼합하기 위한 보다 보편적인 방식에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 분말은 액체에 추가되어 혼합될 수 있으며, 가스는 액체에 추가되어 혼합될 수 있고, 액체 또는 가스는 가스에 추가되어 혼합될 수 있다.
- [0047] 이러한 관계에 있어서, 본 출원의 하나의 분야는 예를 들어 비료가 사용되기 전에 물과 혼합될 수 있는 관계(irrigation)이다, 얼음의 제조에서와 같이, 물의 유동 특성들은, 물이 소수성 토양의 관계를 위해 더욱 적절하게 되도록 영향을 받을 수 있다. 가스 제거 효과는 또한 콘크리트의 제조에 사용될 수 있으며, 처리된 물이 콘크리트 내로 보다 잘 스며들으므로써, 이에 의해 완성된 콘크리트에 증가된 내구성을 줄 수 있다.
- [0048] 와동 발생기는 또한 박테리아와 다른 미생물을 멸균하도록 사용될 수 있다. 와동의 중심에서의 감소된 압력은 박테리아와 다른 유기물이 먼저 압력을 받고 그런 다음 감소된 압력을 받음으로써 살균 효과를 가진다. 박테리아는 이러한 압력차에서 버틸 수 없고, 그 결과 죽게 된다.
- [0049] 또 다른 살균 효과는 오존 발생기로부터 와동 발생기 내로 오존을 스며들도록 와동의 중심에서의 감소된 압력을 이용하는 것이다. 이 경우에, 오존은 물에서 매우 효과적으로 분포되고, 이러한 것은 박테리아를 조속히 멸균시키는 이유이다.
- [0050] 미생물의 멸균은 예를 들어 선박에서 선박평형수(ballast water)의 취급에 유용하다. 미생물은 선박평형수에서 살며 번식하며, 선박을 채우는 물과 다른 물에서 선박평형수를 선박이 비울 때 이러한 미생물이 퍼지는 위험이 있다. 그러므로, 물이 드레인되기 전에 미생물을 죽이는 것이 필요하다.
- [0051] 와동 발생기는 또한 예를 들어 수관에서의 물때를 감소시키도록 사용될 수 있다. 와동기 발생기를 통과한 물은 소량의 방해석(calcite)과 다량의 아라곤나이트(aragonite)를 포함한다. 아라곤나이트는 방해석이 하는 것보다 물때를 형성하는 경향이 적다.

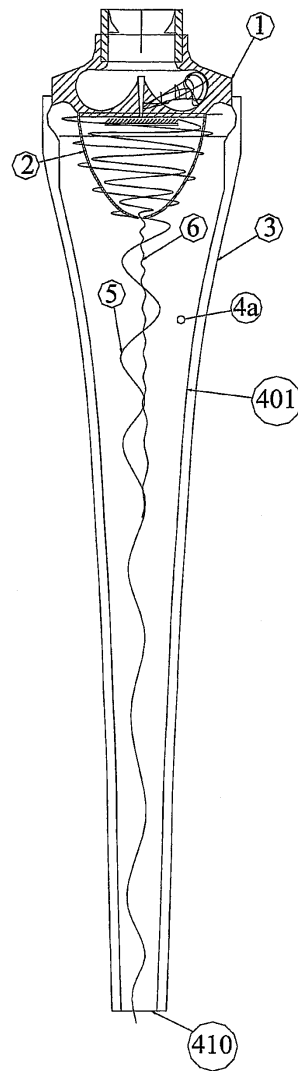
도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1 및 도 2는 2개의 상이한 기하학적 형태의 와동 챔버들을 구비한 전체 구성의 단면과, 상이한 와동들이 어떻게 형성되어 구성되는지와, 입구 영역, 와동 집중기, 및 외부 용기가 서로에 대해 어떻게 조립되는지를 도시한 도면.

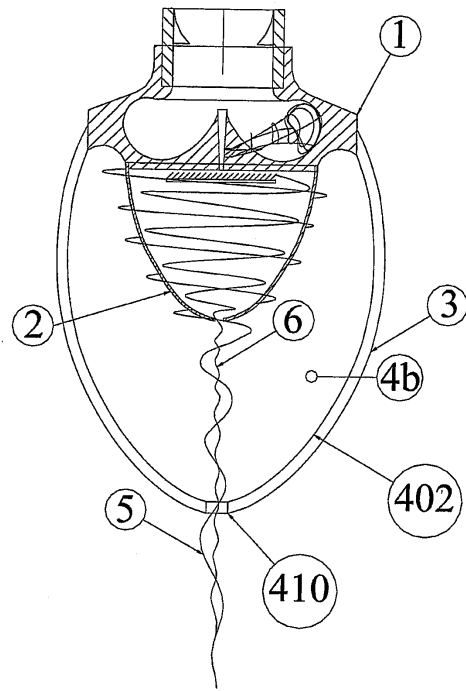
- [0022] 도 3은 나선 형상의 원뿔형 채널들을 위한 출구 구멍과, 중심으로 진행되는 2차 유동을 회전시키는 채널 디스크를 구비한 입구 영역의 아래로부터의 상세한 이미지를 도시한 도면.
- [0023] 도 4는 임펄스 발생 날개들, 곡선의 기하학적 형태를 구비한 회전 대칭 캐비티, 및 상이한 2차 유동들을 위한 채널들을 구비한 입구 영역의 단면도.
- [0024] 도 5는 아래로부터의 입구 영역과, 상이한 2차 유동들이 어떻게 와동 챔버 내로 접선으로 발사되는지를 도시한 도면.
- [0025] 도 6은 입구 영역의 단면도이지만, 상이한 마이크로 와동들이 어떻게 어디에서 형성되고, 마이크로 와동들이 어떻게 회전 대칭 캐비티 내에 형성되고, 나선 형상 채널들의 입구를 통해 이러한 채널 내로 어떻게 연속하여 분사되는지를 도시한 도면.
- [0026] 도 7은 와동 집중기의 상세한 이미지와, 상이한 와동들이 와동 집중기 주위와 내측에서 어떻게 발생되어 형성되는지를 도시한 도면.

도면

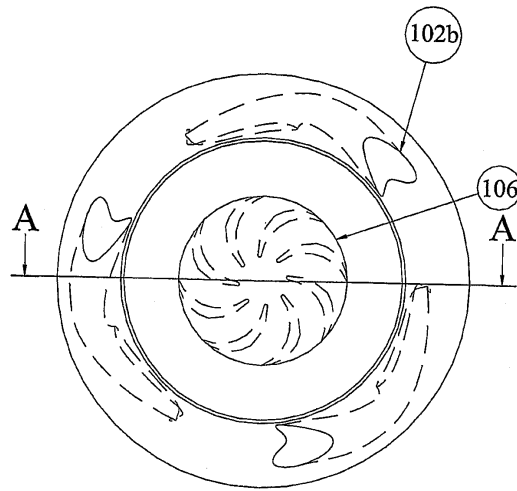
도면1



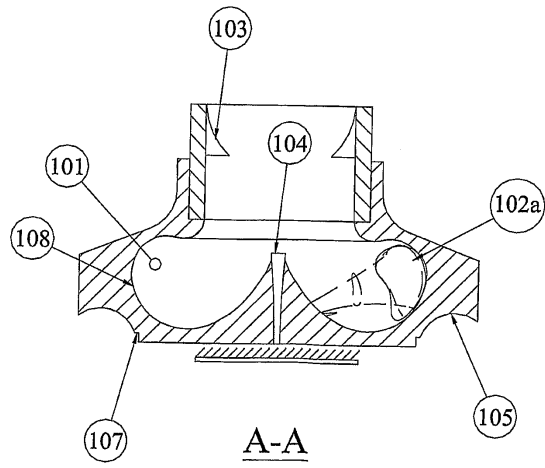
도면2



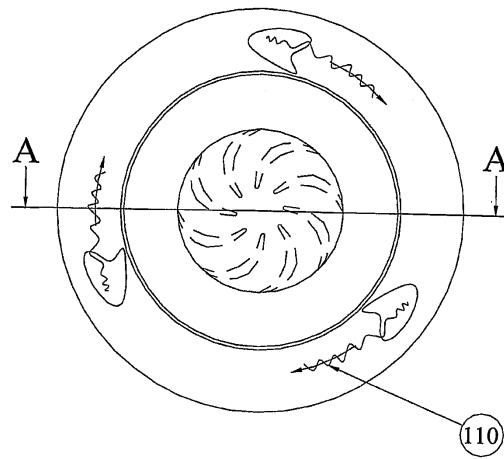
도면3



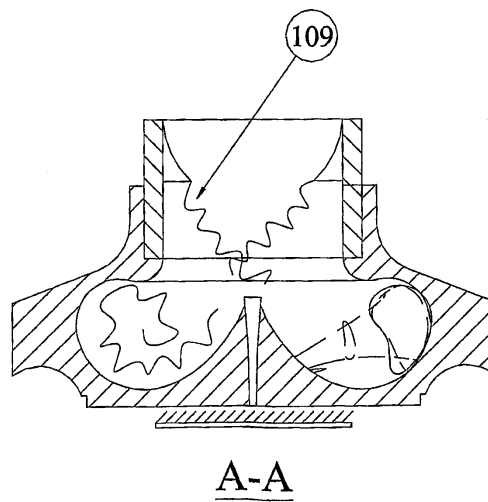
도면4



도면5



도면6



도면7

