



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0135623
(43) 공개일자 2011년12월19일

(51) Int. Cl.

B01J 19/28 (2006.01) B01J 19/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0055459

(22) 출원일자 2010년06월11일

심사청구일자 2010년06월11일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김우식

서울특별시 광진구 자양동 695-1 한양아파트 2-401

이 선

경기도 용인시 처인구 양지면 양지리 신원아침도시아파트 103-304호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이종우

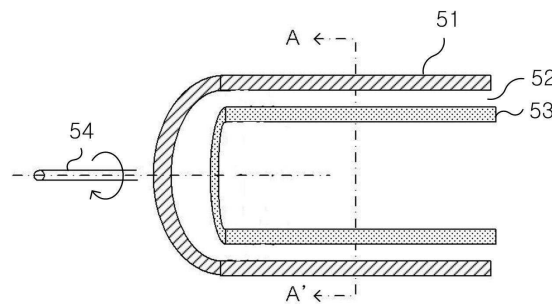
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 반응효율이 개선되는 와류 반응장치

(57) 요약

본 발명은 외부 고정원통(51)과 내부 회전자(53)의 상대적 회전운동을 통하여 외부 고정원통(51)과 내부 회전자(53) 사이의 유체공간(52)에 흐르는 유체가 와류형태로 흐르도록 하여 상기 유체의 상태변화에 도움을 주는 와류 반응장치에 관한 것으로서, 구체적으로, 외부 고정원통(51)은 종축에 수직한 단면이 원 형상을 하며 고정되도록 설치되며, 내부 회전자(53)는 외부 고정원통(51)의 종축과 일치하는 회전축(54)을 따라 직경 변화가 없이 일정한 직경을 가지고, 회전축(54)에 수직한 단면이 타원 형상을 하여, 외부 고정원통(51)의 내부에 외부 고정원통(51)의 내면과 이격되게 내삽됨으로써, 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51)이 외부 고정원통(51)의 종축을 따라서 일정한 이격거리를 유지하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 내부 회전자와 외부 고정원통 사이의 유체 통로에 흐르는 유체의 흐름이 종래보다 더 균일하고 활발하게 요동치는 와류를 이루기 때문에 유체의 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 산화, 환원, 중화, 결정화 등 다양한 공정에 매우 적합하다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

장 준 현

서울특별시 동대문구 용두동 102-127 501호

안 투안 구엔

경기도 용인시 기흥구 서천리 1 경희대학교 우정원
2326호

이 수 연

서울특별시 관악구 봉천동 1718 벽산블루밍아파트
104동 1905호

특허청구의 범위

청구항 1

종축을 함께 공유하는 외부통과 내부통으로 이루어지되 상기 외부통과 내부통 사이는 유체가 흐르도록 비어 있는 이중통 구조를 하고, 상기 종축을 회전축으로 하여 이루어지는 상기 외부통과 내부통의 상대적 회전운동을 통하여 상기 외부통과 내부통 사이의 빈 공간에서 유체가 와류형태로 흐르도록 하여 상기 유체의 상태변화에 도움을 주는 와류 반응장치에 있어서,

상기 외부통과 내부통 중 어느 하나는 상기 종축에 수직한 단면이 원 형상을 하고, 나머지 다른 하나는 상기 종축에 수직한 단면이 타원 형상을 하는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 외부통은 고정되고 상기 내부통은 상기 종축을 회전축으로 하여 회전하도록 설치되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 외부통과 내부통 사이의 이격거리가 상기 종축을 따라서 변함없이 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 타원 형상은 단축지름과 장축지름의 비가 $1 < \text{장축지름}/\text{단축지름} < 20$ 인 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 내부통의 내면 및 외부통의 외면 중의 어느 한 곳에 스크류 형상으로 돌출되는 나선형 돌출 스크류가 설치되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 내부통 및 외부통 중 적어도 어느 한 곳에 가열 또는 냉각을 유도하는 온도조절수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 외부통이 투명한 재질로 이루어지고, 상기 외부통의 외부에 상기 외부통의 내부로 전자기파를 제공하는 전자기파 발생장치가 설치되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 와류 반응장치에 관한 것으로서, 특히 와류의 유동성을 향상시킴으로써, 유체의 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 산화, 환원, 중화 뿐만 아니라 다양한 결정화 공정(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석, 용융)에 활용하기에 적합한 와류 반응장치에 관한 것이다.

[0002]

배경기술

- [0003] 일반적으로 생물, 물리, 및 화학반응에서 촉매, 기질 등의 균질성을 확보하기 위해 교반 탱크형(stirred tank) 반응기가 연구용뿐 아니라 산업용으로도 널리 이용되고 있다. 그러나 이들 교반 탱크형 반응기는 스케일-업(scale up)이 쉽지 않고 터빈(turbine)의 주위에서의 힘과 멀리 떨어져 있는 곳에서의 힘이 일정치 않으며, 높은 장치비용 및 에너지 소실(dissipation), 연속식 공정으로의 적용이 어려움 등의 문제점을 내포하고 있다.
- [0004] 대한민국 특허 제721857호 및 제721868호에서는 이들 공정상의 문제를 해결하고 그 효율을 개선하고자 쿠에트-테일러 와류(Couette-Taylor vortex)를 형성하는 반응기를 이용하는 결정화공정 시스템이 제안되었다.
- [0005] 쿠에트-테일러 와류는, 중심이 같은 두 개의 원통 사이를 유체가 흐를 때 내부원통 혹은 외부원통이 회전함에 따라 특별한 유동특성이 나타나는 것을 말하는 것으로,
- [0006] 도 1은 종래의 쿠에트-테일러 와류 반응장치 설명하기 위한 개략도이고, 도 2는 도 1의 측면면도이고, 도 3은 도 1의 A-A' 선에 따른 단면도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 종래의 쿠에트-테일러 와류 반응장치는 외부 고정원통(151)과 그 내부에서 회전하는 원통형 내부 회전자(153)를 포함하여 이루어진다. 내부 회전자(153)는 외부 고정원통(151)의 종축과 일치하는 회전축(154)을 갖는다. 내부 회전자(153)와 외부 고정원통(151)은 일정한 간격(d)으로 서로 이격되도록 설치되어 내부 회전자(153)와 외부 고정원통(151) 사이에는 반응액체가 흐르는 유체통로(152)가 형성된다.
- [0007] 내부 회전자(153)가 회전하면 유체통로(152)에서 내부 회전자(153) 쪽에 위치하고 있던 유체가 원심력에 의해 외부 고정원통(151) 방향으로 나가려는 경향을 가지게 되고 이로 인하여 유체는 불안정하게 되어 회전축(154)을 따라 규칙적이며 서로 반대방향으로 회전하는 고리쌍 배열의 와류(155)가 형성된다. 이를 테일러 혹은 쿠에트-테일러 와류라고 한다.
- [0008] 상술한 종래의 쿠에트-테일러 와류 반응장치는 도 3에서 알 수 있듯이, 회전축(154)에 대한 내부 회전자(153)의 수직 단면이 외부 고정원통(151)과 같은 원 형상을 하여 외부 고정원통(151)과 내부 회전자(153)가 동심원적으로 배열되기 때문에 도 4에 도시된 바와 같이 내부 회전자(153)가 회전하는 동안에 외부 고정원통(151)의 특정한 위치, 예컨대 점 A에서의 내부 회전자(153)와 외부 고정원통(151) 사이의 간격(d)이 시간에 따라 변하지 않고 일정하게 된다. 따라서 단지 내부 회전자(153)와 외부 고정원통(151) 사이의 상대적인 회전에 의해서만 와류가 발생하게 되어 와류의 유동성에 한계를 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하려는 과제는, 쿠에트-테일러 와류의 유동성을 더욱 향상시킴으로써 반응효율을 개선시킬 수 있는 와류 반응장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명은, 종축을 함께 공유하는 외부통과 내부통으로 이루어지되 상기 외부통과 내부통 사이는 유체가 흐르도록 비어 있는 이중통 구조를 하고, 상기 종축을 회전축으로 하여 이루어지는 상기 외부통과 내부통의 상대적 회전운동을 통하여 상기 외부통과 내부통 사이의 빈 공간에서 유체가 와류형태로 흐르도록 하여 상기 유체의 상태변화에 도움을 주는 와류 반응장치에 관한 것으로서, 구체적으로, 상기 외부통과 내부통 중 어느 하나는 상기 종축에 수직한 단면이 원 형상을 하고, 나머지 다른 하나는 상기 종축에 수직한 단면이 타원 형상을 하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 외부통은 고정되고 상기 내부통이 상기 종축을 회전축으로 하여 회전하도록 설치되는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 외부통과 내부통은 상기 종축에 수직한 단면의 직경이 상기 종축을 따라서 변화가 없도록 설치되어 서로 일정한 이격거리를 유지하는 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 외부통과 내부통 사이의 이격거리는 상기 종축을 따라서 변함없이 일정하게 유지되는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 타원 형상은 단축지름과 장축지름의 비가 $1 < \text{장축지름}/\text{단축지름} < 20$ 인 것이 바람직하다.

- [0015] 상기 내부통의 내면 및 외부통의 외면 중의 어느 한 곳에 스크류 형상으로 돌출되는 나선형 돌출 스크류가 설치되는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 내부통 및 외부통 중 적어도 어느 한 곳에 가열 또는 냉각을 유도하는 온도조절수단이 설치되는 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 외부통은 투명한 재질로 이루어지고, 상기 외부통의 외부에 상기 외부통의 내부로 전자기파를 조사하는 전자기파 발생장치가 설치되는 것이 바람직하다.

[0018]

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 의하면, 내부통과 외부통 사이의 빈 공간에 흐르는 유체가 종래보다 더 균일하고 활발하게 요동치는 와류를 이루기 때문에 유체의 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 산화, 환원, 중화 뿐만 아니라 다양한 결정화 공정(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석, 용융)에 활용하기에 적합하다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 종래의 쿼트-테일러 와류 반응장치 설명하기 위한 개략도;
 도 2는 도 1의 측단면도;
 도 3은 도 1의 A-A'선에 따른 단면도;
 도 4는 도 1의 와류 반응장치에서 내부 회전자(153)와 외부 고정원통(151) 사이의 시간에 따른 간격(d)을 설명하기 위한 그래프;
 도 5는 본 발명에 따른 와류 반응장치를 설명하기 위한 도면;
 도 6은 도 5의 A-A'선에 따른 단면도;
 도 7은 도 5의 와류 반응장치에서 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51) 사이의 시간에 따른 간격(d)을 설명하기 위한 그래프;
 도 8은 본 발명에 따른 와류 반응장치를 이용하여 반응공정을 진행하는 경우를 설명하기 위한 도면;
 도 9는 도 5의 와류 반응장치에 설치되는 나선형 돌출 스크류(64)를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 아래의 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되는 것으로 해석되지는 안 된다.
- [0022] 도 5는 본 발명에 따른 와류 반응장치를 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 도 5의 A-A'선에 따른 단면도이다. 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 와류 반응장치는 외부 고정원통(51)과 그 내부에서 회전하는 내부 회전자(53)를 포함하여 이루어진다. 내부 회전자(53)는 외부 고정원통(51)의 종축과 일치하는 회전축(54)을 갖는다. 내부 회전자(53)는 외부 고정원통(51)의 내면과 소정간격 이격되도록 외부 고정원통(51)에 나란하게 외부 고정원통(51)에 내삽된다.
- [0023] 내부 회전자(53)는 회전축(54)을 따라 직경 변화가 없이 일정한 직경을 가지며 회전축(54)에 수직한 단면이 종래와 같은 원 형상을 하는 것이 아니라 타원 형상을 한다. 따라서 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51)은 외부 고정원통(51)의 종축을 따라서 일정한 이격거리를 유지한다.
- [0024] 내부 회전자(58)가 판 형상을 하면 쿼트-테일러 와류를 발생시키는데 오히려 바람직하지 못할 수 있으므로 내부 회전자(53)는 회전축(54)에 대한 수직 단면이 단축 지름(a)과 장축 지름(b)의 비가 $1 < b/a < 20$ 의 범위를 갖는 타원형인 것이 바람직하다.
- [0025] 내부 회전자(53)는 회전축(54)에 대한 수직단면이 타원 형상을 하므로 내부 회전자(53)가 회전하는 동안에 외부 고정원통(51)의 특정한 위치, 예컨대 점 A에서의 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51) 사이의 간격(d)이 도 7

에 도시된 바와 같이 시간에 따라 주기적인 사인과 형상으로 변하게 된다. 따라서 종래의 경우에 비해 유체통로(52)에서의 와류의 유동이 더욱 활발하고 균일하게 이루어진다.

- [0026] 본 발명에 따른 와류 반응장치는 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 산화, 환원, 중화, 결정화(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석, 용융) 등 다양한 공정에 응용될 수 있다.
- [0027] 도 5에서는 내부 회전자(53)는 타원 형상이고 외부 고정원통(51)은 원 형상인 경우를 예로 들었지만, 반대로 내부 회전자(53)가 원 형상을 하고 외부 고정원통(51)이 타원형상을 할 수도 있다. 또한, 내부 회전자(53)는 회전하고 외부 고정원통(51)은 고정되는 경우를 예로 들었지만 그 반대로 내부 회전자(53)가 고정되고 외부 고정원통(51)이 회전할 수도 있다.
- [0028] 도 8은 본 발명에 따른 와류 반응장치를 이용하여 반응공정을 진행하는 경우의 예를 설명하기 위한 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 두 개의 유입포트(61a, 61b)를 통해 반응물질 A와 B를 각각 유입시키면서 내부 회전자(53)를 회전시키면 유체통로(52)에서 균일하고 활발하게 요동치는 와류가 형성되어 반응물질 A와 B 사이에 반응이 일어나 생성물질 C가 생성되고 이러한 생성물질 C는 유출포트(62)를 통해 외부로 배출된다.
- [0029] 유체통로(52)에서의 와류의 요동이 종래의 경우보다 더 활발하기 때문에 반응에 필요한 임계 활성화 에너지가 작아지게 되어 반응물질 A와 B의 반응이 활발히 일어나 결정핵생성, 결정성장, 및 균일화가 제대로 이루어진다.
- [0030] 이 때 반응의 활성화를 위해 외부 고정원통(51)과 내부 회전자(53)에는 가열 또는 냉각을 유도하는 온도조절수단(51a, 53a)이 설치될 수 있다. 반응물질 A, 반응물질 B, 및 생성물질 C와의 직접적인 접촉을 피하기 위하여 외부 고정원통(51)의 온도조절수단(51a)은 외부 고정원통(51)의 외벽에 설치되는 것이 바람직하고, 내부 회전자(53)의 온도조절수단(53a)은 내부 회전자(53)를 봉 형태가 아닌 속이 빈 통 형태로 하여 그 내벽에 설치되는 것이 바람직하다. 본 발명에 따르면 유체통로(52)에서의 와류의 요동이 활발하고 균일하게 일어나기 때문에 유체통로(52)에서의 반응물질 A와 B를 균일하게 가열 또는 냉각시킬 수 있어 바람직하다.
- [0031] 또한 도 7에 도시된 바와 같이 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51) 사이의 간격(d)이 시간에 따라 주기적인 사인과 형상으로 변하기 때문에 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51) 사이의 간격이 좁아질 때 유속이 빨라지게 되어 반응물질 A, 반응물질 B, 및 생성물질 C가 외부 고정원통(51)의 내벽이나 내부 회전자(53)의 외벽에 침적되는 것을 방지할 수 있다. 설사 침적이 일어난다 하여도 온도조절수단(51a, 51b)으로 가열하면서 깨끗한 정수를 흘려보내면 자동 청소가 이루어져 바람직하다.
- [0032] 한편, 외부 고정원통(51)을 투명한 재질로 구성하면, 외부 고정원통(51)의 외부에 엑스선, 자외선, 감마선 등의 전자기파를 조사할 수 있는 전자기파 발생장치(71), 특히 초음파 발생장치를 설치하여 반응의 활성화를 촉진시킬 수도 있다.
- [0033] 도 9는 나선형 돌출 스크류(64)를 설명하기 위한 도면이다. 도 9에 도시된 바와 같이 외부 고정원통(51)의 내면에 스크형상으로 돌출된 나선형 돌출 스크류(64)를 설치하면, 와류의 흐름을 크게 방해하지 않으면서 스크류형 와류(65)의 흐름이 별도로 더 생기기 때문에 와류의 요동이 더욱 균일하면서도 커지게 된다. 나선형 돌출 스크류(64)는 내부 회전자(53)와 외부 고정원통(51) 사이의 간격(d) 중 최소 간격보다 작은 두께로 돌출되어야 하며, 내부 회전자(53)의 외면 또는 외부 고정원통(51)의 내면 중의 어느 한 곳에 설치되면 된다.
- [0034] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 와류 반응장치는, 반응기 뿐만 아니라 분산기, 결정화기(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석, 용융)로 활용하기에 매우 적합하다.

부호의 설명

- [0035] 51a, 51b: 온도조절수단
61a, 61b: 유입포트
61c: 유출포트
71: 전자기파 발생장치
151, 51: 외부 고정원통
153, 53: 내부 회전자

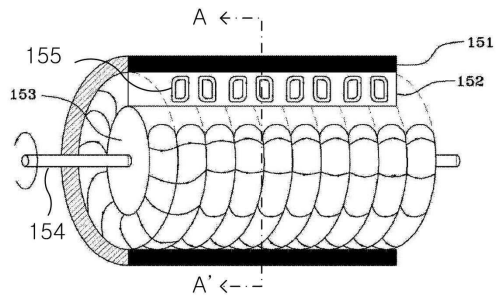
154, 54: 회전축

152, 52: 유체통로

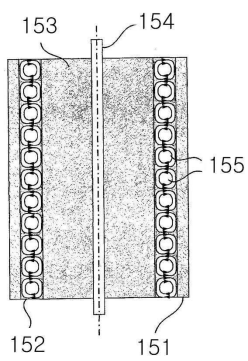
155: 와류

도면

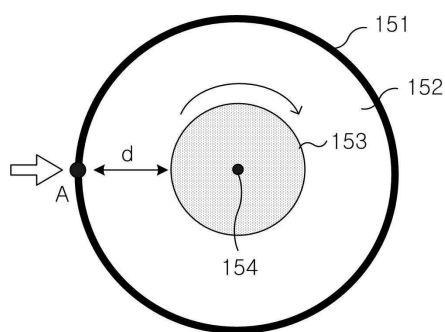
도면1



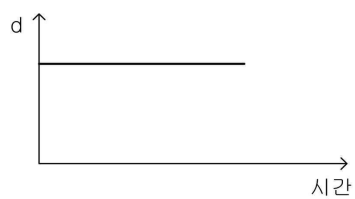
도면2



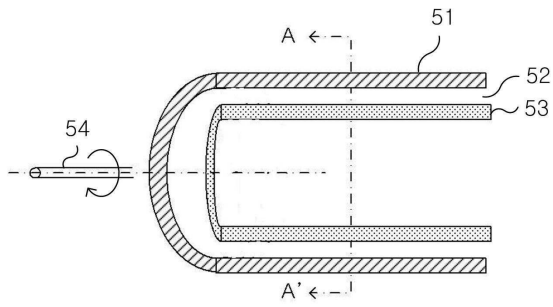
도면3



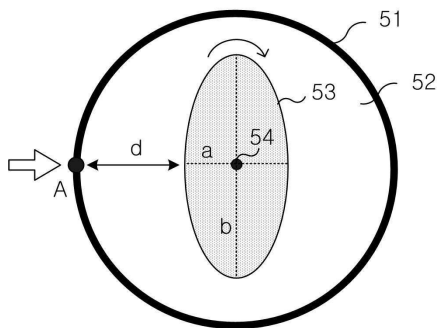
도면4



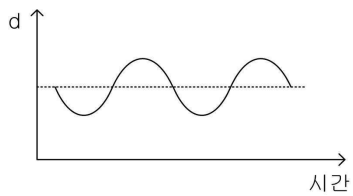
도면5



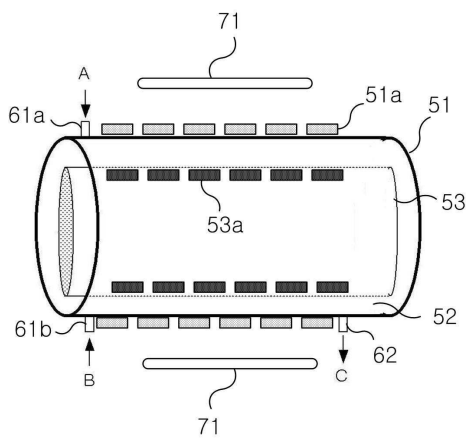
도면6



도면7



도면8



도면9

