



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0010740
(43) 공개일자 2012년02월06일

(51) Int. Cl.

B01J 19/20 (2006.01) B01J 19/32 (2006.01)

B01J 19/12 (2006.01) B01J 19/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0072259

(22) 출원일자 2010년07월27일

심사청구일자 2010년07월27일

(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 교동로 1, 신원아침 도시아파트 103동 304호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이종우

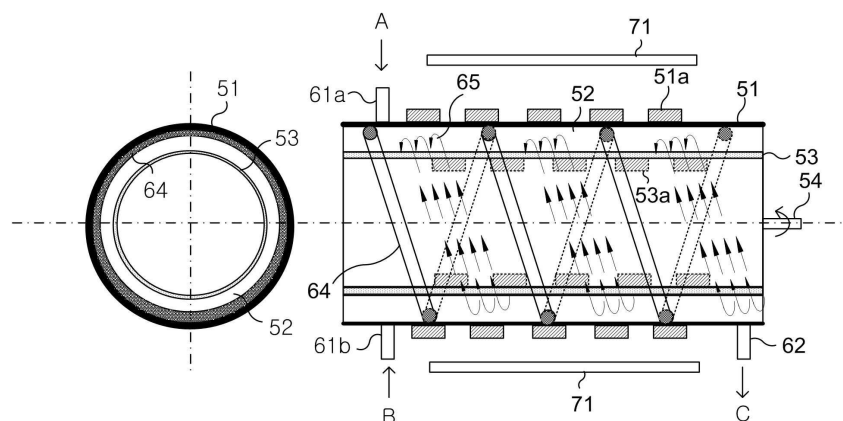
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 나선형 돌출 스크류를 가지는 와류 반응장치

(57) 요약

본 발명은 종축을 함께 공유하는 외부통(51)과 내부통(53)으로 이루어지되 외부통(51)과 내부통(53) 사이에 유체가 흐르도록 비어 있는 이중통 구조를 하고, 상기 종축을 회전축(54)으로 하여 이루어지는 외부통(51)과 내부통(53)의 상대적 회전운동을 통하여 외부통(51)과 내부통(53) 사이의 빈 공간에서 유체가 와류형태로 흐르도록 하여 상기 유체의 상태변화에 도움을 주는 와류 반응장치에 관한 것으로서, 구체적으로 내부통(53)의 외면 및 외부통(51)의 내면 중의 어느 한 곳에 스크류 형상으로 돌출되는 나선형 돌출 스크류(64)가 설치되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 나선형 돌출 스크류(64)에 의해 형성되는 스크류형 와류 및 나선형 돌출 스크류의 날에 의해서 결정이 유체통로벽에 심하게 눌러 달라붙는 것을 방지할 수 있으므로 수율 측면에서 바람직하고, 특히 용융결정화 공정에서는 유체통로가 막히는 것이 방지되어 연속적인 용융결정화 공정을 진행시킬 수 있게 된다. 그리고 내부통과 외부통의 형태 변화를 통해서 다양한 공정 레시피(recipe)에 적용할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

장 준 현

서울특별시 동대문구 왕산로22길 52, 501호 (용두동)

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

중축을 함께 공유하는 외부통과 내부통으로 이루어지되 상기 외부통과 내부통 사이에 유체가 흐르도록 비어 있는 이중통 구조를 하고, 상기 중축을 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 내부통의 외면 및 외부통의 내면 중의 어느 한 곳에 스크류 형상으로 돌출되는 나선형 돌출 스크류가 설치되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 2

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

청구항 3

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

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 외부통 또는 내부통에 초음파 진동장치가 설치되는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 외부통과 내부통이 중축을 따라서 일정한 간격으로 서로 이격되도록 상기 외부통과 내부통의 측벽이 같은 기울기로 경사지는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 외부통과 내부통 중 어느 하나는 상기 중축에 수직한 단면이 원 형상을 하고, 나머지 다른 하나는 상기 중축에 수직한 단면이 타원 형상을 하는 것을 특징으로 하는 와류 반응장치.

청구항 7

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

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 산화, 환원, 중화, 결정화 등 다양한 공정에 응용될 수 있는 와류 반응장치에 관한 것으로서, 특히 결정화 공정(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석)에서 결정 생성 및 성장을 효율적으로 촉진할 뿐만 아니라 생성된 결정이 반응장치의 벽에 원하지 않게 과도하게 달라붙는 문제를 해결할 수 있도록 반응장치의 내벽에 나선형 돌출 스크류가 설치되는 와류 반응장치에 관한 것이다.

[0002]

배 경 기 술

[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 가지고 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 것으로서, 도 1 내지 도 4는 종래의 쿠에트-테일러 와류 반응장치를 설명하기 위한 도면으로서, 도 1은 개략도이고, 도 2는 도 1의 측단면도이고, 도 3은 도 1의 A-A'선에 따른 단면도이며, 도 4a는 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151)의 간격(d)이 회전시간에 따라 변하지 않고 일정하다는 것을 설명하기 위한 것이고, 도 4b는 내부 회전원통(153)의 선속도(v)가 회전축(154)의 길이(L)를 따라 일정하다는 것을 설명하기 위한 것이다.
- [0006] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 종래의 쿠에트-테일러 와류 반응장치는 외부 고정원통(151)과 그 내부에서 회전하는 내부 회전원통(153)을 포함하여 이루어진다. 내부 회전원통(153)은 외부 고정원통(151)의 종축과 일치하는 회전축(154)을 갖는다. 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151)은 일정한 간격(d)으로 서로 이격되도록 설치되어 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151) 사이에는 반응액체가 흐르는 유체통로(152)가 형성된다.
- [0007] 내부 회전원통(153)이 회전하면 유체통로(152)에서 내부 회전원통(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, 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151)의 회전축(154)에 대한 수직단면이 모두 원 형상을 하며 동심원적으로 배열되기 때문에 4a에 도시된 바와 같이 내부 회전자(153)가 회전하는 동안에 외부 고정원통(151)의 특정한 위치, 예컨대 점 A에서의 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151) 사이의 간격(d)이 시간에 따라 변하지 않고 일정하게 된다. 따라서 단지 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151) 사이의 상대적인 회전에 의해서만 와류가 발생하게 되어 와류의 유동성에 한계를 갖는다.
- [0009] 그리고 내부 회전원통(153)의 직경이 회전축(154)을 따라 변화가 없기 때문에 도 4b에 도시된 바와 같이 내부 회전원통(153)의 선속도(v)가 회전축(154)을 따라 변하지 않는다. 따라서 유체통로(152)에서의 상황이 회전축(154)을 따라 변하지 않고 일정하게 되므로, 단순히 내부 회전원통(153)과 외부 고정원통(151) 사이의 일정한 상대적인 회전에 의해서만 와류가 발생하게 되어 와류의 요동 변화에 한계를 갖는다.
- [0010] 이렇게 종래의 쿠에트-테일러 와류 반응장치는 와류의 요동변화에 한계가 있을 뿐만 아니라 특히 다양한 결정화 공정(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석)에 사용할 경우에 생성된 결정이 내부 회전원통(153)의 외벽이나 외부 고정원통(151)의 내벽에 원하지 않게 달라붙어 잘 떨어지지 않아 수율면에서 바람직하지 않은 단점도 가지고 있다. 그리고, 용융결정화공정에서는 내부회전원통(153)의 차가운 외면 또는 외부고정원통(151)의 차가운 내면에 결정층이 계속하여 성장하게 되는데 이 때 이렇게 성장하는 결정층을 그대로 놔두면 유체통로(152)가 막혀 결정성장공정이 지속적으로 이루어질 수 없으므로, 성장하는 결정층이 어느 정도에 이르면 벽에서 부서져 떨어져 나오도록 하여야 할 필요가 있다.

[0011]

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명이 해결하려는 과제는, 용융결정화를 포함하는 다양한 결정화 공정(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석)에 적합할 뿐만 아니라, 유체의 흐름방향을 따라서 와류의 요동이 일정하게 변화도록 하거나, 회전시간에 따라 외부통과 내부통 사이의 간격이 주기적으로 사인파 형태로 변화하도록 함으로써 와류의 요동이 더욱 활발하고 균일하게 일어나도록 하는 와류 반응장치를 제공하는 데 있다.

[0013]

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명은, 종축을 함께 공유하는 외부통과 내부통으로 이루어지되 상기 외부통과 내부통 사이에 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 흐

르도록 하여 상기 유체의 상태변화에 도움을 주는 와류 반응장치에 관한 것으로서, 구체적으로 상기 내부통의 외면 및 외부통의 내면 중의 어느 한 곳에 스크류 형상으로 돌출되는 나선형 돌출 스크류가 설치되는 것을 특징으로 한다.

- [0015] 이 때 상기 내부통 및 외부통 중 적어도 어느 한 곳에 가열 또는 냉각을 유도하는 온도조절수단이 설치되는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 외부통의 외부에 상기 외부통의 내부로 전자기파를 조사하는 전자기파 조사장치가 설치될 수 있는데, 이 경우 상기 외부통은 투명한 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 외부통 또는 내부통에 초음파 진동장치가 설치될 수도 있다.
- [0018] 상기 외부통과 내부통이 종축을 따라서 일정한 간격으로 서로 이격되도록 상기 외부통과 내부통의 측벽은 같은 기울기로 경사지는 것일 수 있다.
- [0019] 상기 외부통과 내부통 중 어느 하나는 상기 종축에 수직한 단면이 원 형상을 하고, 나머지 다른 하나는 상기 종축에 수직한 단면이 타원 형상을 하는 것일 수 있다.

[0020]

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 의하면, 나선형 돌출 스크류에 의해 형성되는 스크류형 와류 및 나선형 돌출 스크류의 날에 의해서 결정이 유체통로벽에 심하게 눌러 달라붙는 것을 방지할 수 있고, 특히 용융결정화공정에서는 결정성장이 어느 정도 이루어지면 성장된 결정에 의해 유체통로가 막히지 않도록 유체통로벽에 성장되는 결정을 부수어 떨어지게 하기 때문에 수율 측면에서 바람직하고, 내부통과 외부통의 형태 변화를 통해서 다양한 공정 레시피(recipe)에 적용할 수 있다.

[0022]

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1 내지 도 4는 종래의 쿼트-데일러 와류 반응장치를 설명하기 위한 도면;
- 도 5는 본 발명에 따른 와류 반응장치를 설명하기 위한 도면;
- 도 6은 도 5의 내부 회전원통(53) 대신에 내부 회전타원통(253)이 설치되는 경우를 설명하기 위한 도면;
- 도 7은 도 5의 내부 회전원통(53) 및 외부 고정원통(51) 대신에 내부 경사회전원통(353) 및 외부 경사고정원통(353)이 설치되는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 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 해석해서는 안 된다.
- [0025] 도 5는 본 발명에 따른 와류 반응장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 와류 반응장치는 외부 고정원통(51)과 그 내부에서 회전하는 내부 회전원통(53)을 포함하여 이루어지며, 내부 회전원통(53)은 외부 고정원통(51)의 종축과 일치하는 회전축(54)을 갖는다.
- [0026] 외부 고정원통(51)에 마련되는 2개의 유입포트(61a, 61b)를 통해 반응물질 A와 B를 각각 유입시키면서 내부 회전원통(53)을 회전시키면 유체통로(52)에서 와류가 형성되어 반응물질 A와 B 사이에 반응이 일어나 생성물질 C가 생성되고 이러한 생성물질 C는 외부 고정원통(51)에 마련되는 유출포트(62)를 통해 외부로 배출된다. 여기서의 반응이라 함은 결정화를 포함하는 개념이다.
- [0027] 반응의 활성화를 위해 외부 고정원통(51)과 내부 회전원통(53)에는 가열 또는 냉각을 유도하는 온도조절수단(51a, 53a)이 설치될 수 있다. 반응물질 A와 B 및 생성물질 C와의 직접적인 접촉을 피하기 위하여 외부 고정원통(51)의 온도조절수단(51a)은 외부 고정원통(51)의 외벽에 설치되는 것이 바람직하고, 내부 회전원통(53)의 온도조절수단(53a)은 내부 회전원통(53)을 봉 형태가 아닌 속이 빈 통 형태로 하여 그 내벽에 설치하는 것이 바람

직하다. 결정화 공정에서는 이러한 온도조절수단(51a, 53a)이 필수적으로 요구될 것이다.

- [0028] 외부 고정원통(51)을 투명한 재질로 구성하고 외부 고정원통(51)의 외부에 엑스선, 자외선, 감마선 등의 전자기파를 조사할 수 있는 전자기파 조사장치(71)를 설치하여 반응의 활성화를 촉진시킬 수도 있다. 또는 반응의 활성화를 위하여 외부 고정원통(51)이나 내부 회전원통(53)에 초음파 진동장치를 설치할 수도 있다. 초음파 진동장치를 설치하는 경우에는 투명할 필요는 없다.
- [0029] 외부 고정원통(51)의 내면에는 본 발명의 특징부인 나선형 돌출 스크류(64)를 설치된다. 나선형 돌출 스크류(64)에 의해 쿠에트-테일러 와류의 흐름 이외에 스크류형 와류(65)의 흐름이 별도로 더 생기는데, 이러한 스크류형 와류(65)에 의해 결정생성 및 성장이 더욱 효율적으로 촉진될 뿐만 아니라 생성된 결정이 내부회전원통(53)의 외벽에 원하지 않게 과도하게 달라붙는 것이 방지된다.
- [0030] 특히 용융결정화 공정에서는 내부 회전원통(53)의 외면에 결정이 어느 정도 성장되면 나선형 돌출 스크류(64)의 날끝에 의해서 잘게 부수어 지기 때문에 연속 용융결정화 공정이 가능하게 된다. 만약에 나선형 돌출 스크류(64)가 없다면 내부 회전원통(53)의 외면에 결정이 고드름처럼 계속 성장하여 유체통로(52)가 막히게 되어 연속적으로 용융결정화 공정을 진행시킬 수 없게 된다.
- [0031] 예컨대 Durene(tetramethylbenzene), DMN(dimethylnitrosamine) 등의 용융 결정화인 경우, 내부 회전원통(53)에 설치되는 온도조절수단(53a)을 통하여 내부 회전원통(53)의 벽을 냉각시키면 내부 회전원통(53)의 외벽에 결정이 왁스(wax) 형태로 성장하게 되는데, 이 때 이것을 계속 그대로 놔두면 유체통로(52)가 막히게 되므로 나선형 돌출 스크류(64)의 날끝을 통하여 이렇게 고드름처럼 생기는 결정들을 잘게 부수는 것이다.
- [0032] 나선형 돌출 스크류(64)는 내부 회전원통(53)과 외부 고정원통(51) 사이라면 내부 회전원통(53)의 외면에 설치될 수도 있고 외부 고정원통(51)의 내면에 설치될 수도 있다. 또한 내부원통이 회전하고 외부원통이 고정된 경우를 예로 들었지만 그 반대가 되어도 상관없다.
- [0033] 도 6은 도 5의 내부 회전원통(53) 대신에 내부 회전타원통(253)이 설치되는 경우를 설명하기 위한 도면으로서, 도 6a는 측면도이고, 도 6b는 도 6a의 A-A'선에 따른 단면도이고, 도 6c는 회전시간에 따른 특정위치(A)에서의 내부 회전타원통(253)과 외부 고정원통(51) 사이의 간격 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0034] 도 6을 참조하면, 내부 회전타원통(253)은 회전축(54)에 수직한 단면이 종래와 같은 원 형상을 하는 것이 아니라 타원 형상을 한다. 내부 회전타원통(253)이 판 형상을 하면 쿠에트-테일러 와류를 발생시키는데 오히려 바람직하지 못할 수 있으므로 내부 회전타원통(253)은 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.
- [0035] 내부 회전타원통(253)은 회전축(54)에 대한 수직단면이 타원 형상을 하므로 내부 회전타원통(253)이 회전하는 동안에 외부 고정원통(51)의 특정한 위치, 예컨대 점 A에서의 내부 회전타원통(253)과 외부 고정원통(51) 사이의 간격(d)이 시간에 따라 주기적인 사인과 형상으로 변하게 된다. 따라서 종래의 경우에 비해 유체통로(52)에서의 와류의 유동이 더욱 활발하고 균일하게 이루어진다.
- [0036] 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. 도 6에서는 내부가 타원형이고 외부가 원통인 경우를 예로 들었지만 그 반대가 되어도 상관없다.
- [0037] 도 7은 도 5의 내부 회전원통(53) 및 외부 고정원통(51) 대신에 내부 경사회전원통(353) 및 외부 경사고정원통(353)이 설치되는 경우를 설명하기 위한 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이 내부 경사회전원통(353)과 외부 경사고정원통(351)의 측벽은 동일한 기울기로 경사지기 때문에 내부 경사회전원통(353)과 외부 경사고정원통(351) 사이의 간격(d)은 도 6에서와 마찬가지로 회전축(54)을 따라 일정하다. 그러나 내부 경사회전원통(353)의 대직경부(L)와 소직경부(S)는 동일한 각속도(ω)로 회전하기 때문에 대직경부(L)가 소직경부(S)보다 더 큰 선속도(v)를 가지게 된다.
- [0038] 선속도(v)가 크면 쿠에트-테일러 와류가 더 활발히 발생하므로 소직경부(S)보다 대직경부(L)의 유체통로(52)에서 균일한 혼합, 균일한 반응, 균일한 핵생성, 큰 전단응력에 의한 파티클 깨짐(particle breakage)이 더 활발히 발생한다. 반면에 소직경부(S)에서는 선속도(v)가 상대적으로 느리므로 응집화(aggregation) 및 핵성장(growth)이 잘 이루어지고 파티클 깨짐(particle breakage)이 덜 이루어지기 때문에 소직경부(S)에서는 큰 입자를 만드는데 유리하고, 대직경부(L)에서는 작은 입자를 만드는데 유리하다.
- [0039] 따라서 도 7에 의하면, 내부 경사회전원통(353)이 회전할 때에 내부 경사회전원통(353)의 선속도가 유체의 흐름

방향을 따라 일정하게 변하기 때문에 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 산화, 환원, 중화, 결정화(냉각, 증발, 반응, 용석, 염석, 용융) 등의 다양한 공정에서 유체의 흐름방향에 따른 선속도의 변화를 고려하여 공정 레시피(recipe)를 다양화시킬 수 있다.

[0040]

부호의 설명

[0041]

51, 151: 외부 고정원통

52: 유체통로

53, 153: 내부 회전원통

54: 회전축

61a, 61b: 유입포트

62: 유출포트

64: 나선형 돌출 스크류

65: 스크류형 와류

71: 전자기파 조사장치

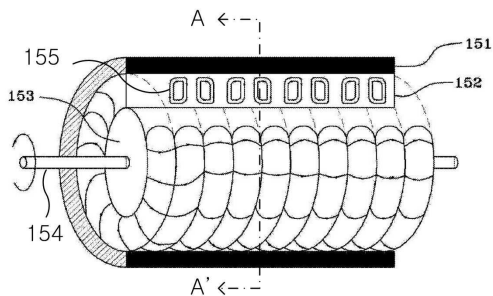
253: 내부 회전타원통

351: 외부 경사고정원통

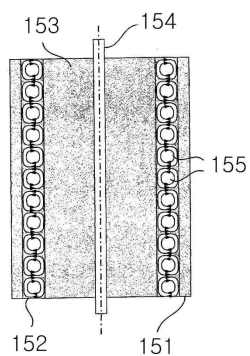
353: 내부 경사회전원통

도면

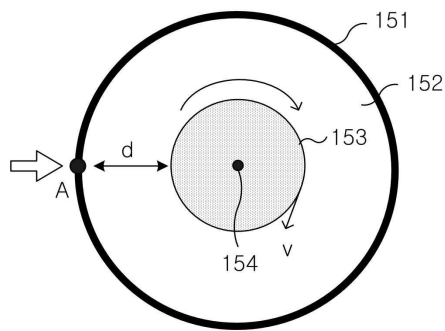
도면1



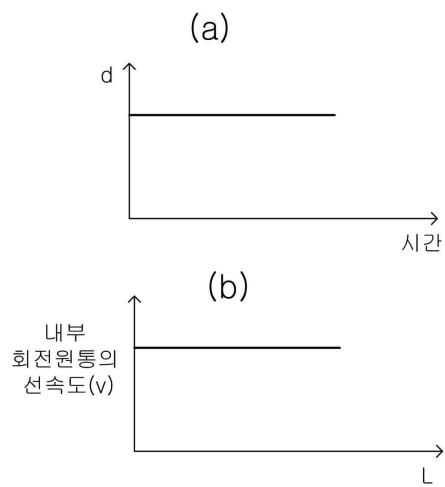
도면2



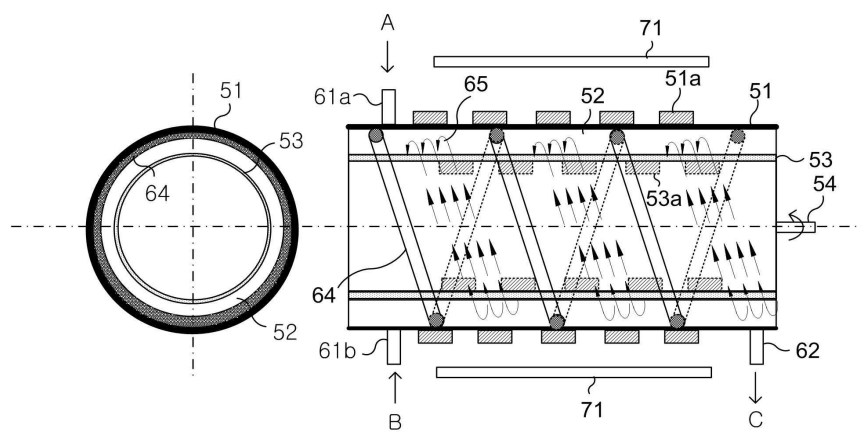
도면3



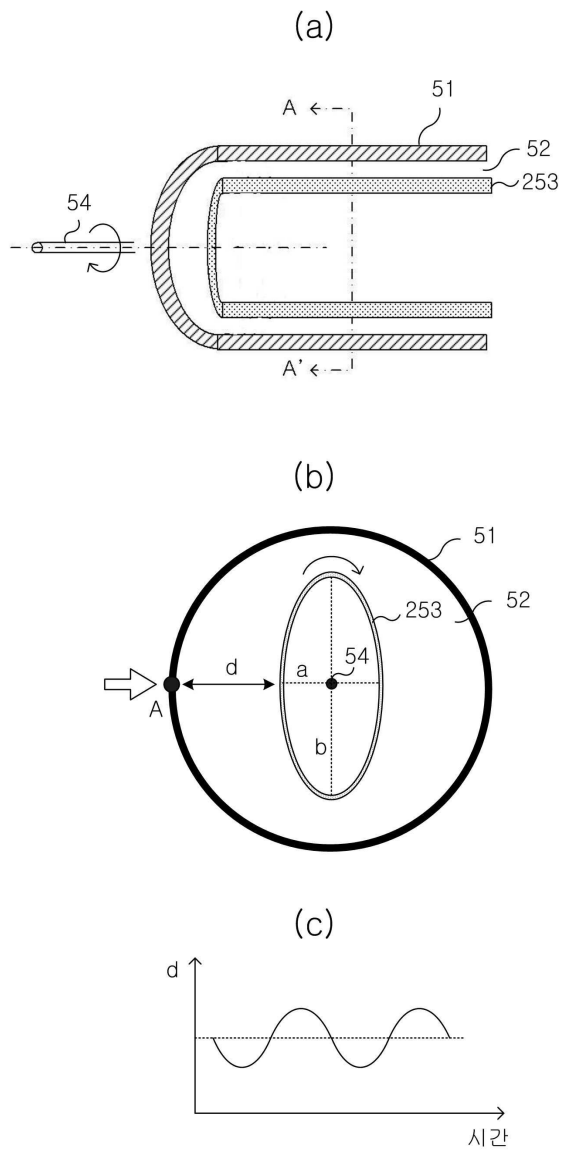
도면4



도면5



도면6



도면7

