(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월27일
(11) 등록번호 10-0817632
(24) 등록일자 2008년03월21일

(51) Int. Cl.
B01F 7/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2003-7011796
(22) 출원일자 2003년09월08일
심사청구일자 2007년02월08일
번역문제출일자 2003년09월08일
(65) 공개번호 10-2004-0020887
(43) 공개일자 2004년03월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/005361
국제출원일자 2002년02월21일
(87) 국제공개번호 WO 2002/72251
국제공개일자 2002년09월19일
(30) 우선권주장
09/802,037 2001년03월07일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US 5538191 A
US 5538820 A
US 5554323 A
US 5370824 A
전체 청구항 수 : 총 19 항

(73) 특허권자
크레이도 래버러토리즈
미국 캘리포니아 93012 카마릴로 아베니다 아카소 1140
(72) 발명자
홀 리차드 에이
미국 캘리포니아 93012 카마릴로 애비니다 아카소 1140
맥그레비 알란 엔
미국 캘리포니아 93012 카마릴로 코티지 글로브 애비뉴 184
(74) 대리인
이재민

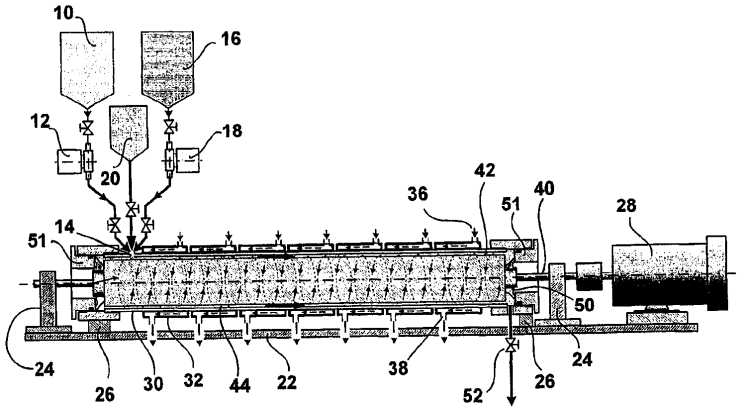
심사관 : 이영완

(54) 재료 처리를 위한 방법 및 장치

(57) 요 약

재료를 처리하기 위한 방법 및 장치는, 하나는 다른 것 안에 장착되어 환상 처리실(44)을 획정하는, 두 원통 부재들을 사용한다. 바람직하게는 외부 부재는 고정적이고(고정자(30)), 한편 내부 것은 회전한다(회전자(42)). 고정자(30) 내부 표면(46)과 회전자(42) 외표면(48) 사이의 반경방향 간격(44)은 표면들(46, 48)에 형성된 두 층상 경계층들의 배면 접촉 반경방향 두께와 같거나 또는 그 보다 더 작다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

처리될 재료을, 적어도 하나가 다른 것에 대해 회전하는 각 원통 장치 부재들에 의해 제공된 근접 격리된 두 평활 표면들 사이의 환상 처리 통로를 통과시키는 것으로 되어 있는 재료를 처리하는 방법으로서;

재료는 양 표면들에 대해 재료 경계층을 형성하고;

두 표면들 사이의 반경방향 간격은 두 경계층들의 배면 접촉 반경방향 두께와 같거나 또는 그 이하이고;

표면들의 평활도는 처리 통로 내에서 테일러 와류들의 형성이 저지될 수 있도록 되어 있는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 원통 장치 부재들은, 두 표면들의 반경방향 간격이 그 원주 방향으로 일정하도록, 서로 동심적인 각 종축들 주위로 서로 상대적으로 회전하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 장치 부재들은 서로에 대한 그들 작동 표면들 사이에서의 선 속도 적어도 초당 1.2 미터를 내도록 이동되는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 표면의 평활도는 10 마이크로 인치 또는 그 이하인 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 표면의 평활도는 5 마이크로 인치 또는 그 이하인 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 두 부재 중 외부 것의 벽을 통해 처리 통로에 처리(공정) 에너지를 가하는 것을 포함하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 처리 통로에 가해지는 에너지는 마이크로파 주파수의 전자(電磁) 에너지, 광, X-선, 감마 복사선 및 초음파 종 진동 중 어느 하나인 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 표면들 중의 하나 또는 양쪽이 처리 통로에서 화학적, 생물 화학적 및 살균 반응 중의 적어도 하나를 촉진하는 촉매 물질로 피복되어 있는 방법.

청구항 9

서로에 대한 회전을 위해 장착되어 있고 재료의 유로를 구성하는 환상 처리 통로를 제공하기 위한 접근 격리된 두 평활 표면들을 획정하는 두 원통 장치 부재들을 포함하는 재료를 처리하기 위한 장치로서;

두 표면들 사이의 반경방향 간격은 두 표면들에 대한 처리 통로를 통과할 재료의 두 층상 경계층들의 배면 접촉 반경방향 두께와 같거나 또는 그 이하이고;

표면들의 평활도는 처리 통로 내에서 테일러 와류들의 형성이 저지될 수 있도록 되어 있는 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 원통 장치 부재들은, 두 표면들의 반경방향 간격이 그 원주 방향으로 일정하도록, 동축인 각 종축들 주위로 서로 상대적으로 회전하도록 장장착되어 있는 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 장치 부재들은 서로에 대한 그들 작동 표면들 사이에서의 선 속도 적어도 초당 1.2 미터를 내도록 이동되는 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 표면의 평활도는 10 마이크로 인치 또는 그 이하인 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 표면의 평활도는 5 마이크로 인치 또는 그 이하인 장치.

청구항 14

제 9 항에 있어서, 표면의 평활도는 10 마이크로 인치 또는 그 이하인 장치.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 표면의 평활도는 5 마이크로 인치 또는 그 이하인 장치.

청구항 16

제 9 항에 있어서, 장치 부재는 동축적으로 장착되어 있고 적어도 하나가 다른 것에 상대해 회전하는 장치.

청구항 17

제 9 항에 있어서, 두 부재 중 외부 것의 벽을 통해 처리 통로에 처리(공정) 에너지를 가하기 위한 수단을 다시 포함하는 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 처리 통로에 가해지는 에너지는 마이크로파 주파수의 전자(電磁) 에너지, 광, X-선, 감마 복사선 및 초음파 종 진동 중 어느 하나인 장치.

청구항 19

제 9 항에 있어서, 표면들 중의 하나 또는 양쪽이 처리 통로에서 화학적, 생물 화학적 및 살균 반응 중의 적어도 하나를 촉진하는 촉매 물질로 피복되어 있는 장치.

명 세 서

기 술 분 야

<1> 본 발명은 한 성분의 또는 성분들 사이의 화학적 및/또는 물리적 작용(들) 또는 반응(들)을 포함하는 재료 처리를 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 의해 포괄되는 처리의 예들은 가열, 냉각, 교반, 반응, 분산, 용액과 유화를 포함하는 상태의 변화, 산화, 환원, 혼합, 중화, 형상의, 밀도의, 분자량의, 점도의 또는 pH의 변화이다. 보다 특정적으로 화학 반응인 다른 예들은 할로겐화, 질소화, 환원, 시안화, 가수분해, 탈수산화, 에폭시화, 오존화, 디아졸화, 알킬화, 에스테르화, 축합, 만니히 및 프리델-크라프트 반응 및 중합이다.

배 경 기 술

<2> 선행 기술

<3> 공동 축 주위로 서로 상대적으로 회전되는 동축 원통들로 구성된 재료 처리 장치가 제공되어 있고, 처리될 재료는 원통들 사이의 환상 공간 내로 공급되는 구조는 알려져 있다. 예컨대 콜로라도 주립대학교 연구 재단에 1994년 12 월 6 일 발행된 미국 특허 5,370,999 호는 "고주파 회전자-고정자 장치 내에 발생된 난류 퀘트 흐름(Couette flow) 내에 생물 자원의 슬러리를 주입함에 의한 섬유성 생물 자원의 고 전단 처리를 위한 공정을 기재하고 있는데, 이 장치는 회전자에 결합된 상대 동축톱니 링과 협동하는 동축 톱니 링이 장비된 고정된 고정자를 포함하고 있는 환상실을 갖고 있다. 일본 페인트 주식회사에 1994 년 8 월 24 일 발행된 미국 특허

5,430,891 호는, 중합성 재료를 포함하는 용액이 테일러 와류가 형성되게 하는 조건 하에서 동축의 상호 회전 원통들 사이의 환상 공간에 공급되고 그리하여 소망하는 완전한 혼합 조건이 얻어지제 하는 연속 유화 중합용 공정을 기재하고 있다.

<4> 본 발명자의 미국 특허 5,279,463 호(1994 년, 1 월 18 일 발행) 및 5,538,191 호(1996 년, 7 월 23 일 발행)는 고 전단 재료 처리용 방법 및 장치를 기재하고 있는데, 그 장치는 고 전단 처리 구역을 포함하는 유로로 된 환상 유동 통로를 제공하기 위한 고정자 내에서 회전하는 회전자로 구성된 일종의 장치로, 상기 구역에서는 통로 간격이 다른 구역에서보다 작고 그래서 자유 초-콜모고로프 맴돌이가 재료 통과시 억제되는 부수 고 전단 처리 구역이 발생한다.

<5> 퀘트는 회전하는 원통 용기 내에 수용된 액체 내에 침지된 원통으로 구성된 액체의 점도를 측정하는 장치를 개발했는데, 점도는 원통에 가해지는 토르크를 측정함에 의해 측정되었다. 측정 점도와 회전자 표면의 각속도 사이에는 어떤 값까지는 직선 관계가 얻어지고 그 값을 넘으면 직선 관계가 깨어지는 것이 발견되었다. 이 현상은 지.아이. 테일러에 의해 연구되었으며, 그는 일정한 레이놀 수를 초과하면 두 원통 표면들 사이의 환상공간에 있던 이전의 층류는 불안정해지고 와류, 즉 현재는 테일러 와류로 알려진 와류가 나타난다는 것을 표시했는데, 그들 와류의 정점들은 그 회전축에 평행하는 회전자의 원주를 따라 위치하고 그 와류들은 교대로 반대 방향으로 회전한다. 이런 식으로 흐름이 불안해지는 조건은, 환상 갭의 반경방향 폭, 회전자의 반경 및 그 원주 속도에 따라, 테일러 수로 알려져 있는 특성 수에 의해 표현될 수 있다. 일본 페인트사는 자체의 특별한 목적을 위해 와류가 존재하는 것을 원했지만, 본 발명자는, 예로서 상기한 유형의 공정을 위해 그런 장치를 사용할 때에는, 특히 철저하고 균일한 미세 혼합이 요구되는 경우에는, 와류가 존재하면 소망되는 작용 또는 반응이 저해되고, 그 이유는 처리되는 물질이 와류들 내에 동반혼입되어 부분적으로 와류들 내에 분리하게 되고 그럼으로써 혼합은 불완전해지고 훨씬 더 느린 확산 과정에 의지해야 하기 때문이라는 것을 발견했다.

발명의 상세한 설명

<6> 본 발명의 주 목적은, 요구되는 혼합을 용이화 하도록 테일러 와류의 존재 없이, 방법이 수행될 수 있고, 사용된 장치가 작동될 수 있는, 재료 처리를 위한 새로운 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

<7> 관련된 재료의 흐름이, 테일러 와류가 발생되어 그 결과 혼합이 저해되는 일 없이, 행해질 수 있는, 그런 방법을 제공하고 그 방법을 수행하기 위한 장치를 제공하는 것이 더욱 구체적인 목적이다.

<8> 본 발명에 따라, 처리될 물질을, 서로 상대적으로 회전하는 각 원통 장치 부재들에 의해 제공된 근접 격리된 두 평활 표면들 사이의 환상 처리 통로를 통과시키는 것으로 되어 있는 재료를 처리하는 방법으로서;

<9> 두 표면들 사이의 반경방향 간격은 두 경계층들의 배면 접촉 반경방향 두께와 같거나 또는 그 이하이고;

<10> 표면들의 평활도는 처리 통로 내에서 테일러 와류들의 형성이 저지될 수 있도록 되어 있는 새로운 재료 처리 방법이 제공된다.

<11> 또한 본 발명에 따라서, 서로에 대한 회전을 위해 장착되어 있고 재료의 유로를 구성하는 환상 처리 통로를 제공하기 위한 접근 격리된 두 평활 표면들을 획정하는 두 원통 장치 부재들을 포함하는 재료를 처리하기 위한 장치로서;

<12> 두 표면들 사이의 반경방향 간격은 두 표면들에 대한 처리 통로를 통과할 재료의 두 층상 경계층들의 배면 접촉 반경방향 두께와 같거나 또는 그 이하이고;

<13> 표면들의 평활도는 처리 통로 내에서 테일러 와류들의 형성이 저지될 수 있도록 되어 있는 재료를 처리하기 위한 장치가 제공된다.

<14> 원통 장치 부재들은 공동 축 주위 회전을 위해 장착될 수 있거나 또는 부재들이 편심적으로 회전하고 요구되는 간격은 표면들의 각 부분들에 제한되도록 각 축들 주위 회전을 위해 장착될 수 있다. 발명의 상기한 및 기타 목적, 특징 및 이점은 첨부 도면과 함께 다음의 설명으로부터 명백해질 것이다.

실 시 예

<20> 첨부된 도시 도면들을 참고로 발명의 특히 바람직한 구체예들을 이제 예로서 설명하겠다.

<21> 모든 도면에서 유사 또는 대등 부재들에는 같은 부재 번호가 적절히 주어져 있다. 일부 표면들 사이의 간격들은

명료하게 보이기 위해 과장되어 있다.

<22> 도 1에 예시된 시스템에서는, 제 1 반응물(반응물 A)이 공급조(10)로부터 계량 펌프(12)를 거쳐 입구(14)에 공급되고, 한편으로 제 2 반응물(반응물 B)이 공급조(16)로부터 계량 펌프(18)를 지나 같은 입구(14)에 공급된다. 요구될 경우에는 선택적으로 촉매 또는 반응물 기체가 공급조(20)로부터 입구(14)에 공급된다. 별도의 입구들(14)이 사용될 경우에는 그것들은 서로 가깝게 접선적으로 접근되어야 힌디. 처리 장치는, 회전자 베어링 지지대(24), 고정자 지지대(26) 및 가변 속도 전기 구동 모터(28)가 그 위에 장착되어 있는 바닥판(22)을 포함한다. 장치 고정자가 되는 원통관(30)은 지지대(24) 위에 장착되어 있고, 그 원통관은 다시 그 대부분의 길이를 따라 다른 원통관(32)을 지지하는데, 그 원통관은 처리실의 온도를 제어하기 위해 기체 또는 액체가 그 안을 통해 통과될 수 있는 열교환기의 외부 케이싱을 구성한다. 원통들(30과 32) 사이의 환상 통로(34)는 와이어 메시 또는 상표 "SphereMatrix"로 알려져 있는 특별 열교환 구조물로 충전될 수 있고, 냉매(또는 필요할 경우에는 가열 매체)는 입구들(36)을 통해 들어가고 출구들(38)을 통해 배출된다. 회전자 축(40)은 지지대들(24) 사이에 뻗고 그것들에 의해 지지되어 있는데, 축의 일단은 모터(28)에 연결되어 있다. 그 축은 원통 회전자(42)를 싣고 있고, 이 회전자는 이 실시형에서는 중실의 것이고 고정자 원통(30)의 종축과 일치하는 회전축을 갖고 있다. 환상 횡단면 처리실(44)은 고정자(30)의 내부 원통 표면(46)과 회전자(42)의 외부 원통 표면(48) 및 면 물제(51) 사이에 형성되어 있고; 챔버의 단부들은 축(40)을 둘러싸는 단부 밀폐재들(50)에 의해 누출하지 못하게 막혀있다. 반응된 재료는 출구(52)를 통해 배출된다.

<23> 처리되고 있는 물질이 처리 통로(44) 내에 흐를 때, 각 원통 표면(46 및 48)에는 각각의 경계층이 형성되고, 그 층의 두께는 처리되는 물질의 점도 및 기타 인자들 및 표면 위로의 재료의 상대 유속에 의해 결정된다. 본 발명에서는 회전자 표면 주위로 일 원주 흐름 길이로 취해질 수 있는 통로 길이(x)를 따른 평평한 표면 위로 흐르는 유체에 대한 층상 경계층(두께)은 다음 식에 의해 구해질 수 있다:

<24> $$\delta = \frac{4.91}{\sqrt{N_R}}$$

<25> 상기 식에서 N_R은 길이 x와 유속을 곱한 적에 동점도를 나눈 값이다.

<26> 예로서 회전자 원주를 x = 0.2394m로, 분당 회전수를 2000, 그리고 동점도를 0.000001m^2/s로 취하면, 단일 층상 경계의 두께 = 0.85㎜를 얻고 배면 접촉(등 대 등) 층상 경계층 = 1.7 ㎜를 얻는다.

<27> 고정자 표면(46)의 내부 직경과 회전자 표면(48)의 외부 직경이, 처리 통로(44)의 반경방향 치수가 대략 두 층상 경계층이 등끼리 맞닿는 합 두께와 같도록 되면, 그 두 층 사이에서 개입 벌크(주류) 층이 난류로 변할 여지가 없어 테일러 와류가 형성되어 두 접촉하는 경계층들에서 재료들에 일어날 수 있는 철저하고 균일한 미세 혼합을 저해할 것이다. 그래서 상술과 같이, 이 경우에는, 테일러 와류(57)은, 형성될 때에는, 도 5의 도시와 같아져, 상이한 성분들이 처리될 재료 내에서 부분적으로 분리된 상태로 혼합 유지되게 하고, 그래서 혼합할, 특히 미세 혼합할 기회는 크게 또는 완전히까지 저해되고, 그래서 소망하는 반응을 완료시키기 위해서는 아주 훨씬 느린 분자 확산 과정을 필요로 할 것이다(이 경우에는 단지 부분적으로만 만족함). 상기 특정 예에서는 회전자(42)가 외경 0.0762 m인 장치를 사용할 때, 양 경계층들 사이에 어떤 벌크 층도 확실히 없게하기 위해서는 처리 통로(44)의 갭 1.7 ㎜가 요구된다. 한편 갭이 5 ㎜ 정도로 작게 증가되면, 결과적인 개입 벌크 층은 명백히 강한 테일러 불안정성(와류(57)에서와 같이)을 보이고, 그 결과 도 1 및 2에서 상이한 농담으로 표시된, 본 발명의 작은 갭에 의해 거의 순간적으로 혼합하는, 공급 용기(10, 16 및 20)로부터의 상이한 흐름들은 균일하게 혼합하지 않으며, (드디어), 처리 통로(44)에서의 흐름을 따라 상이한 색 줄무늬로 표시되어 있는 와류들(57)과 같이 처리 통로(44)에 표시된 것처럼 갭이 (충분히) 증가할 때에는 허용될 수 없을 혼합 정도에 이른다(이 경우에는 용납될 수 없을 정도로 만족스럽지 못함) .

<28> "내부 회전 원통을 가진 환상부에서의 단열 통열 흐름의 모드들", Tras,ASME 80, 753-765(1958)에 보고되어 있는 것처럼 제이.케이 및 이.시.에드가에 의한 측정은, 원통형의 상대적으로 회전하는 두 표면 사이의 환상 통로에서의 흐름에는 4 가지 주 가능성이 있다는 것을 보여준다. 레이놀 수 및 테일러 수가 낮은 때, 예컨대 레이놀 수는 약 1700 미만 그리고 테일러 수는 41.3일 때, 흐름은 층류이고 유선형이다. 저 내지 중간 레이놀 수이고 테일러 수는 41.3 내지 300일 경우, 흐름은 여전히 층류이지만, 테일러 와류계를 갖는다. 테일러 수가 150 이상의 큰 값이고 레이놀 수가 클 때에는, 흐름은 와류를 갖는 난류이지만 아직 비교적 "질서 있다". 150 이하의 중간 테일러 수이고, 100 이상의 큰 레이놀 수인 경우에는, 이제 흐름은 충분히 난류이다. 그러나 테일러 불안정성이 얻어지는 값들은, 막그로우힐 사에 의해 발행된 헤르만 슐리히팅 박사에 의한 "경계층 이론"에 보고된, 에

프.슐츠-그루노우 및 에이치.하인이 개발한 유사한 도면들 세트에 의해 표시된 것처럼 약간 일치하지 않는다. 그들은 레이놀 수 94.5 및 테일러 수 41.3일 때, 흐름은 층류이지만 와류 형성이 시작하는 것을 보여주었다. 레이놀 수가 322 및 868이고 해당 테일러 수가 141 및 387일 때 흐름은 여전히 층류이고 명백히 구별되는 와류를 가졌다. 레이놀 수 3960 및 테일러 수 1715일 때, 와류 흐름은 심하게 난류이었다. 불행하게도 상기 저자들은 각 고정자 및 회전자 표면의 마무리(상세한 끝) 조건을 표시하지 않았다. 따라서 상기 관찰들은 결론적일 수 없고 테일러 와류 제거를 통한 마이크로(미세)- 및 마크로(거대) 혼합을 달성하는데 필요한 조건들을 결정하기 위한 기초로서 이용될 수 없다.

<29> 여태까지 상기한 실시형들에서 중앙 물체는 회전자(42)이고 이것이 기계적으로 가장 편리한 구조이긴 하지만, 이론적으로는 외부 원통 부재를 회전시키거나 또는 중앙 및 외부 부재들을 다 회전시키는 것도 가능하다. 경계층을 유지시키기 위해서는 회전자를 회전시키거나 또는 회전자와 고정자 사이에 최소 원주 속도를 발생시키는 것이 긴요하다는 것이 발견되었다. 현재 기술되는 바람직한 실시예에서는 이 차등, 접선 속도는 초당 1.2 미터 이하이어서는 안되고, 바람직하게는 초당 2.0 m 이상이어야 한다. 표면(46 및 48)의 평활도가 테일러 와류가 형성되고 그 결과 불안정해지고 혼합 성분들을 분리되어 있게 할 수 없게 하는데 있어 결정적 요인이라는 것도 뜻밖에 발견되었다. 원통 표면을 상기한 패라미터들을 위해 요구되는 허용오차까지 정상적으로 (연마) 가공하는 것(예컨대 회전자 7.5 cm 직경의 경우 1 - 1 1/2 ㎜의 반경방향 갭)도 불충분하고 결과적 표면 조도는 비록 정상적으로는 "거칠다"라고 간주되지 않더라도 여전히 테일러 와류가 생성되기에는 충분하다. 따라서 현재의 바람직한 실시예의 경우, 이들 표면들을 소위 거울 마무리 또는 그 이상으로 광택연마하는 추가의 비예상적 단계를 취할 필요가 있다는 것이 발견되었다. 이 시점에서 오직 할 수 있는 설명은, 비록 본 발명자가 그것에 구속될 의향은 없지만, 정상 기계가공에 의해 발생되는 표면 평활도의 불완전성은 아무리 고 품질이라도 불안정성의 발생을 야기시켜 테일러 와류로 나타나게 하기에 충분하다는 것이다. 약 40 마이크로 인치의 표준 마무리는 너무 거칠고 5 마이크로 인치 이상의 면도날 숫돌 연마 마무리가 흐름 불안정성 형성을 방지할 수 있다는 것이 발견되었으며; 이 시점에서 테일러 불안정성을 피하고자 한다면 10 마이크로 인치의 상한이 요구된다고 믿어진다. 그러나 이 수치는 관련된 물리 인자들에 따라 수정될 수 있다.

<30> 도 2의 구체예는 도 1의 것과 유사하다. 여기에서는 회전자(30)의 길이를 따라 다수의 변환기들(54)이 배치되어 있는데, 회전자를 제조하는 재료, 또는 적어도 변환기들과 회전자 사이 회전자 부분은 변환기에 의해 방출되는 에너지에 대해 가급적 투명하다. 도면에서 변환기는 물론 초단파장(예컨대 2 ㎜ - 50 cm)전자 복사선을 발생하는 마그네트론 또는 클리스트론인 것으로 표시되어 있다. 다른 선택은 그것들이 공정에 적합하다면 임의의 파장(색)의 광원, 즉 X 선 원, 감마선 원일 수 있다는 것이거나, 또는 그들은 종 진동을 일으키는, 보통 초음파 주파수의 변환기일 수 있다는 것이다.

<31> 도 3은 도 1의 고정자 및 회전자 조립체를 통한 횡단면을 표시한다. 도 3의 협동 표면들(46 및 48)은 공정 단계를 구성하는 화학 반응을 촉진시키기 위한 촉매로 피복되어 있을 수 있다. 가해진 촉매는 여전히 결과적 탁월한 혼합을 얻기 위해 평활도에 관한 본 발명의 기준을 만족해야 한다. 도 4의 구체예는 발효 공정을 위한 것이고, 회전자(42)의 회전축은 더 이상 고정자(30)의 대응 종축과 일치하지 않고 그렇기 때문에 반경방향 처리실 갭(44)은 회전자 둘레로 원주방향으로 치수가 다르다. 열 교환기 구조는 외부 케이싱(32) 및 열 교환 재료(34)를 가진채 제공되어 있는데, 그 이유는 그런 공정은 보통 발열성이고 미생물의 최적 작동 조건을 위해 잉여 열은 제거되어야 하기 때문이다. 일련의 산소 공급 입구들(14)이 고정자의 길이를 따라 배열되어 있고, 그 안으로 공급된 산소는, 통상적 발효계에 있어서 처럼 불균일하게 분포된 ㎜ 크기의 기포들로 그 안에 살포되어 있는 대신, 즉시 묽은 수프로 유화된다. 발생된 탄산가스는 처리 통로의 상부로부터 배기구(56)를 통해 배기된다. 도 4에 의한 발효기는 연속 작동하도록 설계된 것이고, 모든 성분들이 균일하게 혼합되어 있는 묽은 수프 막으로 항상 젖어 있는 회전자의 상부를 따라 연속적 및 규일한 CO_2 제거를 행한다.

<32> 본 발명의 장치는 일반적으로 반응기이고, 반응기는 물리 또는 화학적 수단에 의해 소망 제품을 생산하는데 사용된 용기들로 구성되고 빈번히 공업적 처리 공장의 핵심을 이룬다. 그것의 구성, 작동 특징 및 기초 공학 원리가 반응기 기법을 구성한다. 양론 및 속도론 외에. 반응기 기법은 반응물과 생성물을 도입, 제거하고, 열을 공급, 인출하고, 상 변화와 물질 이송을 수용적응하고, 반응물들 간 효율적 접촉을 보장하고, 촉매 보충과 재생을 준비하기 위한 요구 사항들을 포함한다. 반응 동력학 및 벤치 규모 데이터를 효과적인 파일롯 공장의 설계와 제조로 변환시키고 그런 후 그런 공장을 대 규모 단위로 스케일 업 하고 궁극적으로 공업적 공장을 설계하고 운전할 때에는 상기 문제들을 고려에 넣는다.

<33> 공업적 반응기의 설계 및 이용

<34> 대부분의 반응기들은 한 유형의 반응기에 노력을 집중 경주함으로서 발생하게 되었다. 현저하게 상이한 반응기 유형들을 이용한 여러 병행 개발들로부터 발생된 공정들은 몇 안된다. 대부분의 경우, 실험실 연구를 위해 선정된 반응기가 공업적으로 이용되는 반응기가 되었다. 그 이상의 개발들은 통상 이 기법의 연장에 긍정적으로 작용할 것이다. 공업적으로 중요한 몇 석유화학 공정들 및 그 반응기들에 대한 설명은 수개의 최근 교과서에서 얻을 수 있다. 이하는, 반응기 유형에 따라 분류된, 반응기 용도의 예시적 실례들이다.

<35> 회분식 반응기. 회분식 반응기는 플라스틱 수지를 제조하기 위한 바람직한 구조이다. 그런 반응기는 일반적으로 6-40-m^3(약 200-1400-ft^3), 배플판 부착된 탱크이고, 그 내부에서는 혼합 블레이드 또는 임펠라가 긴 모터 축에 의해 상부로부터 제공 구동된다. 재킷 부착된 벽 또는 내부 코일을 통해 내용물에 또는 그것으로부터 열이 전달된다. 전체 길이 배플 대신에 손가락 형 배플들이 정상부 가까이 사용된다. 실질적으로 같은 방법으로 폴리에스테르, 페놀, 알키드, 우레아-포름알데히드, 아크릴 및 푸란을 포함하는 모든 수지들이 제조될 수 있다. 중합된 액체가 충분히 점성화하기까지, 원료를 275℃까지의 온도에 예컨대 약 12 시간동안 유지시킨다. 한 공장이 3 개의 18-m^3(약 640-ft^3) 반응기에서 200 가지 다른 유형 및 등급의 합성 수지를 제조하도록 설계되었다. 회분식 중합의 경우 대규모 작동에 의한 비용 절약이 가능하다. 염화폴리비닐(PVC)의 세계 생산 용량은 15×10^6 톤/년 이상이고 그러나 아직까지 PVC 제조를 위해서는 연속 공정 반응기가 개발되지 못했다. 그러나 200-m^3(약 7060-ft^3)체적, 5.5-m 직경, 및 10-m 높이의 공업용 현탁형 PVC 중합 반응기들이 개발되었다.

<36> 본 발명의 실시에 이용될 수 있는 반응 공정들의 몇 예들은, 유기 금속 화학; 액체 암모니아 중 반응; 할로겐화; 질소화; 프리델 크라프트 반응; 환원; 고온 반응(260℃ 이하); 시안화 반응; 가수분해; 탈수소; 에폭시화; 디아조화; 알킬화; 에스테르화; 축합 반응; 만니히 반응; 및 벤젠 화학을 포괄하는 예들이다.

<37> 제목 "두 회전하는 원통들 사이에 수용된 점성 액체의 안정성"인 1923 년의 지.아이.테일러의 논문은, 실험실 실험과 실제 현장에서 봉착되는 불안정성 패턴 형성에 관한 예측 사이를 직접 비교하려는 첫 시도이었다. 동심 원통들 사이의 흐름에 대한 테일러 분석으로, 이제 "테일러 수"로 호칭되는, 잘 정의된, 무차원 제어 패라미터의 임계치가 생겼는데, 이 테일러 수에서는 기본 흐름이 작은 교란으로 불안정해지며, 그 결과 내부 원통을 빙 두르고 축방향으로 퇴적되는 "테일러 와류들"이 생긴다. 테일러는 광범위한 패라미터들에 대해 수 퍼센트 이내 오차로 그의 이론과 일치하는 주의 깊은 실험을 행하여 선형 안정성 분석으로 패턴의 정량적 예측을 할 수 있다는 것을 증명했다. 테일러가 선구적 기여를 한 기타 패턴 형성 현상들에는: 신속히 회전하는 유체 내의 테일러 기둥(이 기둥은 테일러-프라우드만 이론에 의하면 이차원적임); 보다 더 조밀한 유체 방향으로 가속하는 두 유체 사이 계면의 레이레이-테일러 불안정성; 보다 더 점성적인 유체 쪽으로 전진하는 유체 계면의 스테판-테일러 핑거링(만지작 거림) 불안정성; 및 전계를 갖는 유체 내 기포가 있다. 패턴들 이해에 대한 엄청난 테일러 기여 영향이 이제는 이들 분야에서 주지 확립되어 있다.

<38> 상기와 같이, 본 발명의 일반적 공정들에의 응용은, 가열, 냉각, 교반, 반응, 상태 변화, 산화, 환원, 혼합, 중화, 형상 변화, 밀도 변화, 분자량 변화, 분산, 점도 변화, pH 변화, 또는 용기 내 물질의 물성을 변경시키는 것이며, 그런 공정들을 화학 반응기 기법이라 지칭할 수 있을 것이다. 보다 효과적인 제품 생산을 가능하게 하는 새로운 기술을 제공하기 위해 부단한 노력을 하고 있다. 예컨대 가열 냉각 주기 개선은 연속 공정으로 운전하건 또는 회분식 공정으로 운전하건 간에 제조 시간을 감소시킬 수 있다. 건설 재료 및 제작 방법은 변해왔고, 당시 기술 수준 반응기 설계와 기술을 이해하는 것에 크게 공헌하고 있다. 본 발명은 특히, 그 속도가 열, 가시광, 자외선 또는 적외선 및 종방향 압력 발진, 마이크로웨이브, 엑스선 및 감마 조사 형태의 에너지를 도입 또는 제거함에 의해 제어될 수 있는, 혼합 및/또는 화학 반응을 통해, 용액 또는 현탁물 내 물질 또는 화합물을 변질시키는 공정 및 장치에 관한 것이고, 그렇지만 오직 거기에만 한정되는 것은 아니다.

<39> 액체/액체, 액체/고체, 액체/기체 또는 액체/고체/기체 혼합을 포함하는 많은 화학 반응 공정들은, 온도 분포의 불균일성, 반응물들의 분포의 불균일성 및 상기 불균일성으로 인한 소망스럽지 않은 부산물의 생성이라는 끊이지 않는 문제점들로 어려움을 겪고 있다. 그런 화학 반응 공정들에는 전형적으로 결정화, 침전, 유화 중합, 메탈로센 촉매촉진된 중합, 중합, 효소 반응 및 졸-겔 생성이 포함된다. 그런 불균일화 문제는 교반되는 탱크 반응기, 관형 반응기, 기액 접촉기 등에서 흔히 일어난다. 상기 반응기 공정에서의 추가의 문제는, 그것들은 회분식 공정이고 2 내지 5 년 쯤 걸릴 수 있는 실험실(탁상) 시험으로부터 공업 생산까지 스케일 업 되는데 상당한 기간을 요하고, 따라서 상당한 비용 그리고 처음 실험이 시작되었을 시점에는 번창했지만 새 공정을 스케일 업(규모 확대)하는 여러 해가 지난 후에는 사라져 버릴 수 있는 시장 기회 상실의 위험과 연관되어 있다는

점이다.

<40> 본 발명의 특정 응용예는 소위 졸-겔 공정이다. 이 방법은 적당 분자 출발 물질들을 용액 내에서 단순히 혼합시키는 것에서 시작된다. 전구체들 사이에 일어나는 중합 반응으로 고체 매트릭스가 얻어진다. 예컨대 금속 알콕시드들은 가수분해 및 축합을 통해 산화물로 전환될 수 있다. 이들 물질은 점차 중요도가 증가하고, 전기차, 심장 박동 조절장치, 개인용 스테레오 등에 사용될 전지 양극의 성분으로서, 및 혹종의 센서 장치들로서 기술 분야에 사용되고 있다. 그러나 현재의 주 용도 중의 하나는 유리창 위에 퇴적된 SiO_2-TiO_2의 반사 방지 퇴적 피복물을 제공함에 의해 유리창의 광학적 성질을 개선하는데 있다. 이 방법에는 몇가지 이점이 있어 재료 과학에서 점점 더 성공적으로 이용되고 있다. 가장 근본적인 것은 그것이 표준 고체 상태 합성 방법에 비해서 에너지 면에서 경제적이라는 점이다. 내화 산화물 재료가 상당한 저온에서 비교적 용이하게 제조될 수 있다. 그것은 또한, 불편하고 시간 걸리는 분말 반응을 필요로 함이 없이 용액으로부터 고체가 합성될 수 있게 하는 부가 이점도 갖는다. 유리 및 세라믹도 그래서 용액으로부터 직접 제조될 수 있다. 그 위에 이 방법에는 용액들이 사용되기 때문에, 공업 과학자들은, 분자 근원에도 불구하고 400℃ 이상에서 조차 열적으로 안정한 기능성 피막으로 다른 재료들을 피복할 수 있도록 하기 위해 그것을 이용하는 용도들을 개발할 수 있었다. 그것은 유기종 및 무기종을 포함하는 혼성 재료들을 제조하기에 이상적이다. 그런 합성물은 유리와 중합체의 중간 범주에서 사용되고 몇 가지 흥미로운 성질을 갖고 있다. 몇 가지에서는 이미 공업적 용도가 발견되었다. 혼성물의 주 성질들은 "졸-겔 광학"을 위해 부여된 것이다. 이것들은 예컨대 레이저, 비선형 광학 장치에서의 용도 및 사진 채색 용도를 위한 염료의 광학 성질을 개선시키기 위해 유기 염료를 졸-겔 실리카 내에 포착시키는데 사용될 수 있다. 졸-겔 공정은 합성에 새로운 전망을 열어 놓아, 종전과는 달리 복합 성질들을 가진 제품이 제조될 수 있게 한다. 코류와 그의 동료들은 내부침투 탄화규소 망과 같은 혼합 세라믹의 제조를 보고했다. 빙감톤 소재 뉴욕 주립대학교의 과학자 스탠리 휘팅감 및 그의 팀은, 고체 상태 화학 대신에 통상적 합성법을 대체로 유지이용하여 온도(100-300℃)에서 수용액으로부터 산화물 세라믹을 제조했고(열수 공정) 그리하여 다시 한번 유연형(고체 비사용) 방법의 이점을 부각시켰다.

<41> 졸-겔 방법은 생물학과의 경계 영역에서도 사용될 수 있어, 그 경우 효소와 살아있는 세포가 졸-겔 실리카와 같은 재료의 내부에 포획되어 생활성 상태에 유지될 수 있다. 효소 또는 생 세포를 지원할 수 있는 어느 기술에의 직접 응용은 생물 센서 또는 생물 반응기에 있는 것 같고, 그런 장치에서는, 재료가, 효소이건 생 세포이건 또는 기타 종이건 간에, 활성 성분을 위해 보호적 또는 지원적 환경을 제공 지원한다. 생물 겔의 첫 째의 공업적 용도는, 물질(제품) 면모들이 그 안에서 조심스럽게 제어될 수 있는 생물 반응기를 얻기 위한 플루카에 의한 리파제(효소)의 캡슐화이다. 졸-겔 실리카 내에 포획된 포도당 산화효소에 기초를 둔 생물 센서들도 전시되었지만 아직 공업화되지는 못했다.

<42> 본 발명은, 그 중 하나는 액체인 반응물을, 근접 격리된 통로 표면들 사이의 보조적 고 전단력 처리 구역(44)이 회전자(42)와 고정자(30) 표면들 상이에 형성된 전체 환상 공간을 포함하는, 온도 및 압력 제어된 반응기를 통과시키는 연속 방법을 제공함에 의해, 상기 문제들을 해결할 수 있다. 또한 스케일 업 문제도 해결할 수 있다. 더욱이, 배면 접촉된(접근된) 경계층 흐름을 박벽관들을 사용하는 단열적 회전자 성능과 조합함에 의해 예외적으로 정밀한 온도 조절을 행할 수 있다. 열전달 저항은 균형화 되어 있는 가운데 비상하게 높은 U 값(총괄 열전달 계수)을 통해 개선된 열 제어를 행할 수 있는데, 이것은 균형잡힌 경계층 두께 조절을 통해 또한 고정자의 외표면에는 SphereMatrix(충전 재료의 상품명)에 의해 촉진되는 냉각을 적용하고 고정자의 내표면에는 배면 접촉된 경계층 고 전단력 흐름을 적용함에 의해 달성될 수 있다. 더욱이, 배면 접촉(양 흐름의 상호 배면적 접촉) 경계층 흐름 내에서의 기체의 유화를 통해 향상된 기액 반응이 달성될 수 있다. 통상 기술 공정들은 위에서 상세히 설명한 것처럼, 교반된 탱크 반응기, 충돌 반응기, 라인 내 "고정 혼합기" 반응기 등을 사용하는데, 이들 모든 공정들이 반응물들의 불균일 혼합 및 열의 불균일한 인가와 제거 때문에 어려움을 겪는다.

<43> 놀랍게도, 또한 경계층들 사이에 벌크 층이 존재할 수 있게 하는 큰 갭 크기의 경우 일어나는 상황과 비교하여, 거의 순간적으로 균일하고 일정한 혼합이, 혼합 성분의 진입 지점에서 시작하여 본 발명의 방법과 장치에 의해 달성될 수 있는데, 그것은 환상 갭이 벌크층은 삽입되지 못하게 하는 가운데 접촉 경계층들만을 존재할 수 있게 할 때에 성취된다. 전형적으로 장치 내에 약 24 인치 거리로 서로 격리되어 있는 입구와 출구 사이에서 예상외의 완전한 혼합도를 발생시키기 위해서는 약 초당 1.2 m의 최소 접선 속도가 필요하다. 예컨대 환상 갭이 약 5 mm로 설정되어, 벌크층이 층상 경계층들 사이에 존재할 수 있게 하면, 실험에서는 혼합될 성분들이 갭 아래로 완전히 이동하는 동안 그 성분들의 줄무늬가 뚜렷이 보일 것이다. 혼합될 성분에 대해 분리시키는 효과를 갖는 테일러 와류들이 이제는, 그런 방해스런 와류들을 생성할 임계 테일러 수 이상에서는 방지될 수 있어, 콜모고로프 이하 스케일 상에서 이상적인 플러그-흐름 혼합이 가능해진다. 환상 갭 표면들은 촉매층으로 피복될 수 있고

전자파를 반사하도록 만들어질 수 있다. 환상 갭이 대단히 얇아서 온도 구배는 실질적으로 방지된다. 현저하게 감소된 표면 오염으로 본 발명에서는 열 제어가 정밀하게 이루어질 수 있다.

<44> 본 발명은, 미생물 배양물의 적당한 혼합이 세포들에 영양의 적당한 공급을 보장하고 세포의 주변으로부터 모든 독성 물질을 제거하는 것을 포함하는 발효의 많은 면모들을 위해 긴요한 생물 반응기 시스템들에 특별히 이용될 수 있다. 혼합은, 큰 기포들을 작은 것들로 파쇄하고 그것들을 균일하게 액체 내에 분산시켜 반응기 내 그것들의 체류 시간을 증가시키고 그리하여 산소 전달을 위한 증가된 기체 억류 계면 면적을 가져옴에 의해 산소 공급에도 영향을 미친다. 정확한 온도 조절과 효율적 열 전달도 효율적 열 전달을 위한 양호한 혼합을 필요로 한다. 양호한 혼합은 특정 대사물의 농도가 정확히 감시될 수 있는 균질 배양물을 유지하기 위해 중요하다. 혼합은 국부 고농도 축적이 없도록 산, 염기 또는 영양물과 같은 어떤 첨가된 용액들의 신속한 분산을 확실히 하기 위해서도 중요하다.

<45> 생물 반응기에서의 혼합은 대단히 복잡하고 상당한 조사와 논의의 주제이었다. 확실히, 양호한 액상(液相) 혼합 및 기상 물질 전달의 최대 필요는 미생물 배양물에 적당한 양의 산소를 공급하는 것이다. 그러나 기계적 혼합은 발효 배지 내에 크기 약 50-300㎛의 난류들 및 맴돌이들을 야기한다. 이들 맴돌이 내에 있는 약 1-2 ㎛ 길이의 세포들에 용질을 전달하는 것은 배지(매질)의 점도에 의존하는 공정인 확산에 한정된다. 이런 제한의 결과 배양물에 가급적 많은 혼합을 제공하는 것이 이상적인 것 같다. 그러나 혼합의 증가는 부수적인 수 기계적 응력(보통 전단으로 인한)의 증가를 야기하는데, 이 응력은 미생물의 생육성에 심각하게 타격을 가할 수 있다. 이 현상은 터보 저생명(turbohypobiosis)이라고 호칭되었다. 매질의 유체학적 성질도 혼합에 영향을 미치는데, 그 이유는 점도가 증가함에 따라 같은 혼합도를 위해 요구되는 동력 입력도 증가하기 때문이며, 이것은 생물 반응기의 크기와 구조에 대단히 실질적인 기계적 압박 및 비용 압박을 가한다. 그러나 온갖 실제적 목적들을 위해서, 소형 생물 반응기의 경우에는 이들 제한들은 존재하지 않고, 그렇기 때문에 혼합기 모터의 크기가 용기 크기의 25% 이하인 소형(1 - 2 리터) 생물 반응기들을 보는 것은 아주 흔하다. 이것으로부터는 대형 생물 반응기에서는 경제적으로 실현될 수 없는 혼합 효율이 얻어진다. 전체적으로, 효과적 스케일 업을 위해서는, 연구 및 파일럿 공장 단계에서 가급적 정밀하게 최종 발효를 (차후의 실제에) 근사화 시키는 것이 중요하다.

<46> 주어진 생물 반응기의 경우, 점도 및 동력 입력이 마이크로 범위 및 마크로 범위 척도에서 반응기 성능에 영향을 미치는 흐름 패턴을 결정할 것이다. 점도의 한 표현으로서 전단이 나타나고 이것은 열 및 물질 전달에 직접 영향을 미친다. 모든 전달 현상들은 최종적으로 생물 물질 성장과 생성물 형성을 산출하기 위해 공정의 동력학과 통합된다. 큰 용기는 그 체적 전체적으로 균일한 수력학적 조건을 갖지 못하고 가끔 속도와 난류에 따라 그 안에서 영역들을 규정하는 것이 의미가 있다. 이들 영역의 각각이, 다른 기질 및 제품 농도, 다른 pH, 다른 세포 농도, 다른 온도 및 다른 전단 조건을 갖는 다른 환경을 구성한다. 일단 이것이 규정되면, 시스템을 표현하는 방정식을 적을 수 있는데, 그 이유는 반응 속도와 전달율(속도)은 이들 변수에 의존하기 때문이다.

<47> 교반되는 탱크 발효기가 공업 제조 공정을 위한 가장 중요한 유형의 생물 반응기이다. 적당한 운동량, 열 및 물질 전달, 및 현탁물의 혼합 및 균질화와 같은 광범한 기능들을 수행하기 위해 교반기(들)가 요구된다. 개별 과업들의 최적화로 상이한 설계의 임펠라들이 얻어진다. 모든 이들 요건들이 동시에 수행되어야 하기 때문에, 실제로 사용되는 교반기는 항상 절충형의 것이 된다. 발효에서 사용되는 통상적 임펠러는 전형적으로 축 흐름 및 반경방향 흐름 임펠러로 분류된다. 많은 임펠러 형상들 중 표준 구성에서는 임펠러 하부에 기체 살포부가 구비된 6-날 디스크 임펠러가 가장 흔히 사용된다. Intermig; Lightnin A315; Prochem Maxflow T; 및 Scaba 6SRGT의 상품명 하에 판매되는 것들과 같은 강력-흐름, 저 동력수 교반기를 사용하는 것에 대한 관심이 생겼고 그런 대안적 설계로 개선된 발효 공정의 성능들이 보고되었다. 공급된 전력에 대해 교반조 반응기의 비교적 낮은 산소 전달 효율로 인해 반응기 크기와는 관계 없는 충분한 산소 전달율을 위해서는 좀 높은 비출력 공급이 필요하다. 따라서 큰(>500 m^3) 교반조 반응기에서 교반에 의해 발생된 고도의 열은 반응기에서 제거하기가 어렵거나 또는 불가능하다. 더욱이, 저 교반 속도에서는 교반기의 기체 분산 및 혼합 효율은 극히 낮다. 따라서 낮은 비동력 입력에서 큰 반응기에서 수행되는 저 성능 공정들을 위해 교반조를 사용하는 것(예로서 생물학적 폐수 처리)은 기술적 및 경제적으로 부적당하다. 일부 경우에는 생물학적 인자들(예컨대 세포들의 전단 감도)이 교반조가 아닌 반응기 사용을 요구한다.

<48> 발표된 소수의 논문들은, 매질의 유체학이 매질 점도와 세포 형태의 변화로 인해 제조중 변하는 고 점성 배양 매질 중에서 세균(예컨대 스트렙토마이세스), 효모, 또는 진균에 의한 일차 및 이차 대사물의 제조를 위한 이들 반응기의 이용을 다루고 있다. 점도와 반응기 체적이 증가함에 따라 반응기 내 매질 조성의 비균일성이 점차 지배적인 것이 된다. 더 이상 액체 상을 위해 집중 패라미터 모델 또는 축방향 분산 모델을 이용할 수 없고, 구조

형 반응기 모델이 필요하다. 그러나 실험 데이터 부족 때문에 대형 반응기에서의 배양 공정을 기술하기 위한 구조형 반응기 모델이 현재에는 없다. 따라서 이를 감안하여 집중 패라미터 모델 또는 단순 축방향 분산 모델만이 고려될 수 있다. 다수의 상이한 유형들이 제안되었다. 기계적으로 혼합되는 발효기가 한 유형을 나타내는데, 반응 촉진을 위해 광을 제공하기 위해 외부에서 이 발효기를 조명할 수 있을 것이다. 대안적으로는, 중공 축을 통해 또는 손가락을 삽입하여 광을 제공하고 열 제거를 위해 외부 재킷(환상 공간)을 설치할 수도 있을 것이다. 내부 조명을 가진 몇 가지 공업적 생물 반응기가 이용 가능하다. 두번 째 유형은 테일러 와류를 발생시키는 내부 형태를 가진 환상 설계이다. 난류 혼합에 비해 이 유형의 정돈된 혼합의 경우 광합성 개선이 관찰되었다. 사각형 탱크 내에 삽입하기 위해 형광 관이 구비된 중공형 광 투과성 배플이 제안되었다. 보통 사각형 탱크를 위해서는 일방 조명이 제공된다. 사실 그런 형태가 정량적 처리를 위해서는 가장 용이하다. 특별한 유형의 환상 반응기는 Algatron(상품명) 반응기이다. 이 반응기에서는, 원심력에 의해 얇은 조류(藻類) 막이 회전 원통의 내벽 위에 형성 유지된다. 광원은 배양 환상 공간의 내부 및 외부에 위치될 수 있다. 그 위에 낙하 막 광학 생물 반응기가 제시되었다. 조류들이 요철판을 통해 박막으로 낙하될 수 있고 결국 재순환된다.

<49> 화학 공정 공업과 마찬가지로, 생물 전환을 수행하기 위해 생물원 재료를 이용하는 또는 미생물 균주를 사용하는 제조 공정의 개발은 다수의 단계들을 포함한다. 몇 밀리리터 체적의 장치에서 연구자의 실험실 단계로부터 시작하여, 수백 또는 수천 입방 미터 용량을 갖는 공업적 규모로 스케일 업은 계속된다. 각 단계 사이의 설계의 스케일 업은 중요하지만 일반적으로 임계적으로 중요한 것은 오직 최대 크기로의 최종 단계이다. 그것은, 대부분의 경우, 경제 규모(스케일)가 있고, 가장 중요한 인자는 체적/표면적 비인데 여러 인자들에 의존하는 설계 한정들이 없다면 공장들은 자꾸 더 커질 수 있을 것이기 때문이다.

<50> 본 발명의 반응기는, 균일한 마크로- 및 마이크로 혼합의 유체 동 원리로서 경계층 막 전단을 사용하고, 맴돌이 붕괴를 제거하고, 반경방향 온도 구배를 제거하고, 오직 단 하나의 기본 구조(관형 고정자 내에서 회전하는 관형 회전자)만 필요하여 시스템의 스케일 업 또는 다운을 크게 용이화 함에 의해, 극히 광범 다양한 연속 반응들을 허용하는 방법을 제공하며, 탱크 내에서 벌크 대량 액체를 재순환시키거나 또는 정지 혼합기 내에서 과도한 드래그(마찰) 저항을 극복해야 할 필요가 없기 때문에 상당한 동력 절감이 가능하다. 예컨대 정밀 마이크로 혼합이 축방향 구역별 온도 조절과 조합됨으로써 소망스럽지 않은 부반응의 제거가 크게 개선되고 또는 중합 반응에서 대단히 좁은 분자량 분포가 얻어질 수 있다. 본 발명의 더 이상의 예상외의 특징은 처리 표면에 오염물이 없다는 점이다. 마찬가지로 반응기 내부의 청소가 용이해지며, 이 청소는 미세한 환상 갭을 적당한 용제로 신속히 세정(퍼징)함으로써 수행되는데, 보통 완료하는데 10 초 이내가 소요된다. 본 발명의 흐름 특징은 역혼합이 최소화되고 채널링(편류)이 없는 이상적으로 양호하게 혼합되는 플러그 혼합이다.

도면의 간단한 설명

<15> 도 1은 완전한 재료 처리 시스템을 통한 부분 입면, 부분 종단면도이고,

<16> 도 2는 처리를 촉진 및/또는 용이하게 하기 위해 시스템에 외부 에너지가 가해질 수 있는, 다른 완전한 재료 처리 시스템을 통한 유사한 부분 입면, 부분 종단면도이고,

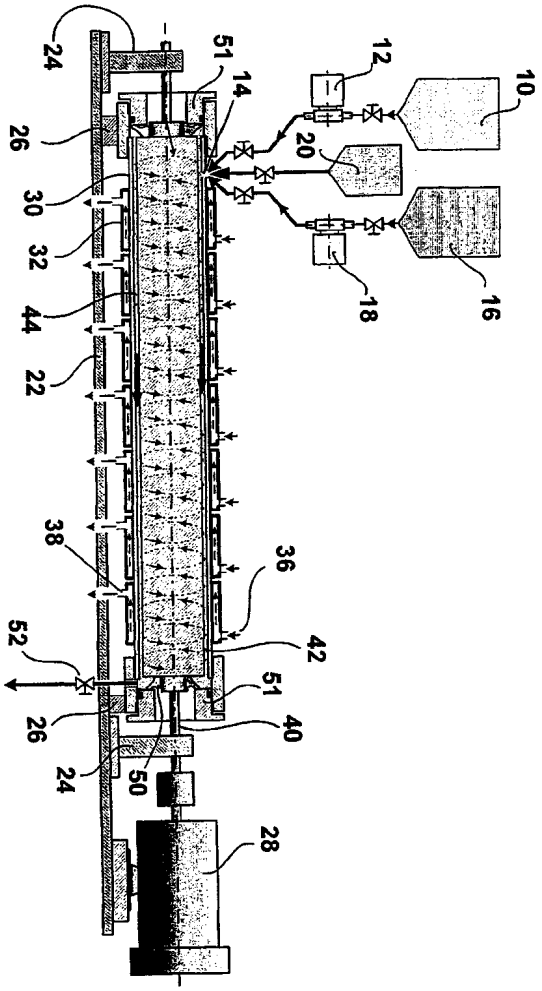
<17> 도 3은, 협동 표면들이 처리를 촉진 및/또는 용이하게 하기 위해 촉매로 피복될 수 있는, 원통 부재들 및 그들의 상호 관계를 표시하기 위한 도 1 및 2에 표시된 처리 장치를 통한 횡단면도이고,

<18> 도 4는 원주 둘레로 반경방향 폭이 변하는 환상 통로를 제공하기 위해 고정자와 회전자의 종축들이 변위되어 있는 도 3과 유사한 장치를 통한 횡단면도이고,

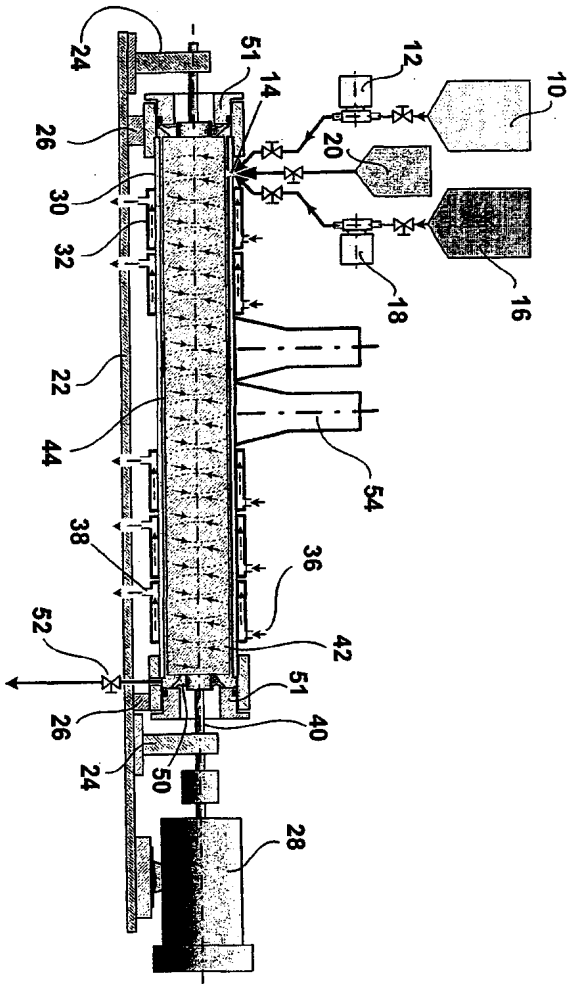
<19> 도 5는 조건들이 그런 와류 형성에 적합할 때 환상 통로 내에 테일러 와류들의 형성을 보여주기 위한 장치를 통한 종단면도이다.

도면

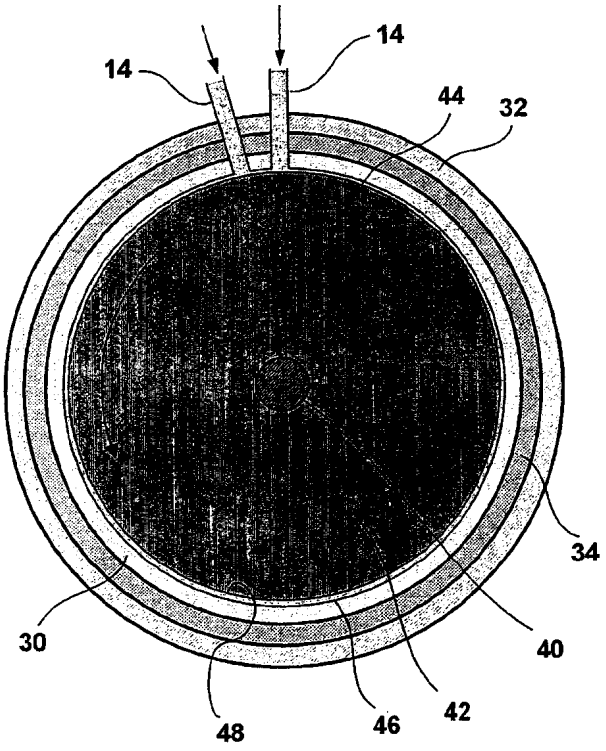
도면1



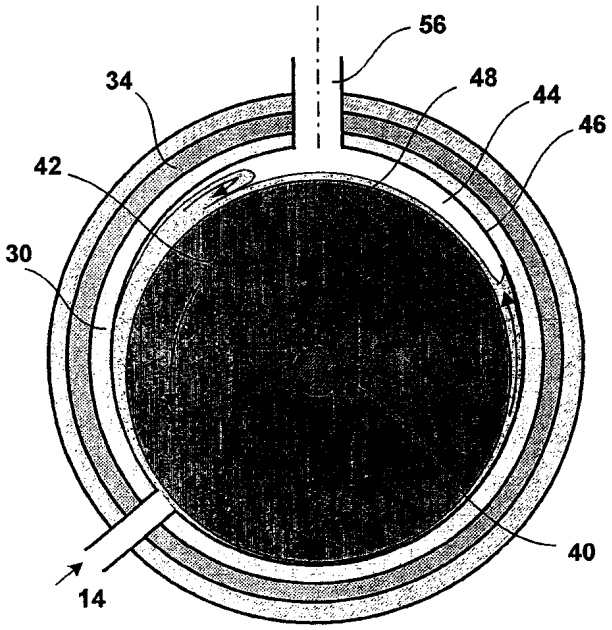
도면2



도면3



도면4



도면5

