



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월14일
(11) 등록번호 10-2455134
(24) 등록일자 2022년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 19/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
B01J 19/0006 (2013.01)
B01J 2219/00195 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7010626
(22) 출원일자(국제) 2017년09월12일
심사청구일자 2020년09월07일
(85) 번역문제출일자 2019년04월12일
(65) 공개번호 10-2019-0082755
(43) 공개일자 2019년07월10일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/072946
(87) 국제공개번호 WO 2018/050661
국제공개일자 2018년03월22일
(30) 우선권주장
1615561.6 2016년09월13일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
CA2363378 A1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
케타건 리미티드
영국 벨파스트 카운티 엔트럼 비티9 5디제이 1 크
롤린 가든스
(72) 발명자
우즈 앤드류
영국 벨파스트 카운티 엔트럼 비티9 6제이에프 37
크랜모어 파크
스튜어트 조나단
영국 드로모어 카운티 다운 비티25 2제이에이 드
로마라 3 우드베일
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아주김장리

전체 청구항 수 : 총 16 항

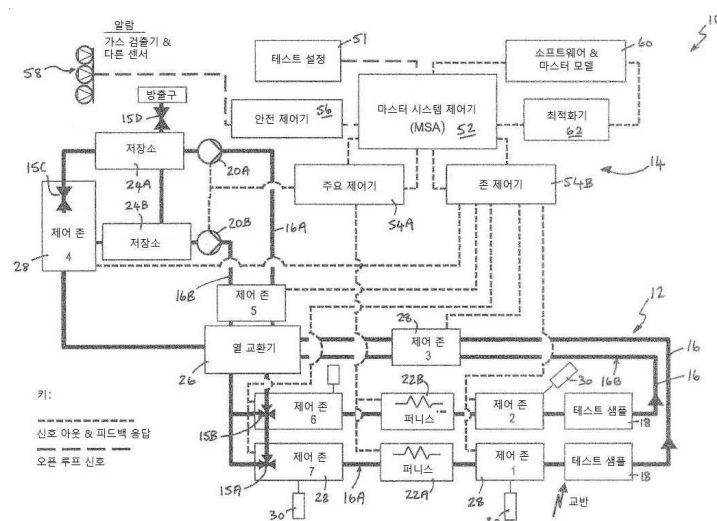
심사관 : 김선희

(54) 발명의 명칭 재순환 유체 반응기를 가진 테스트 시스템

(57) 요약

테스트 시스템은 유체 회로 및 테스트 하에서 아이템을 위한 테스트 준을 가진 반응기를 포함한다. 복수의 제어 준은 제어 정보와 관련된 유체의 파라미터를 제어하기 위해, 유체 회로 내에 포함된다. 제어 시스템은 유체 파라미터에 대한 테스트 값을 나타내는 입력 데이터를 수신하고, 입력 데이터 및 반응기의 수학적 모델을 사용하여, 유체의 행동을 예측하고, 예측된 유체 행동에 기초하여 제어 정보를 계산하고, 그리고 제어 정보를 제어 준과 통신한다. 시스템은 유체 배출과 희석의 선택적인 사용에 의해, 및 온도와 흐름 바이패스 회로의 사용에 의해, 일 시적인 테스트 조건을 시뮬레이션할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01J 2219/00216 (2013.01)

B01J 2219/00229 (2013.01)

B01J 2219/00243 (2013.01)

(72) 발명자

오쇼너시 리차드

영국 벨파스트 카운티 앤트림 비티15 4이큐 7 리스
모일

스토커 로즈 마리

영국 글레네이비 카운티 앤트림 비티29 4엘와이 9
비 채플 로드

(56) 선행기술조사문헌

US04349869 A

JP2016114474 A

KR1020160072063 A

WO2016118507 A1

DE000010347826 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

테스트 시스템으로서,

재순환 유체 반응기; 및

상기 재순환 유체 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,

상기 재순환 유체 반응기는,

유체를 재순환시키도록 구성된 유체 회로와,

테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে를 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে를, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,

각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각의 제어 존은 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고, 상기 복수의 제어 존 중 적어도 하나에 대해, 상기 적어도 하나의 제어 디바이스는 적어도 하나의 유체 주입기를 포함하고, 상기 적어도 하나의 유체 주입기는 상기 제어 정보에 따라 상기 유체 회로에 유체를 주입하도록 작동가능하며;

상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하며,

상기 제어 시스템은,

상기 적어도 하나의 파라미터에 대한 적어도 하나의 테스트 값을 나타내는 입력 데이터를 수신하고,

상기 입력 데이터 및 반응기의 수학적 모델을 사용하여, 상기 적어도 하나의 유체 파라미터에 대한, 상기 유체 회로에서 흐르는 상기 유체의 유체 미래 행동을 예측하고,

상기 유체 회로에서 흐르는 상기 유체의 예측된 유체 미래 행동에 기초하여 상기 제어 정보를 계산하고, 그리고

상기 제어 정보를 상기 복수의 제어 존의 적어도 하나와 통신하도록 구성되고,

상기 적어도 하나의 제어 디바이스가 적어도 하나의 유체 주입기를 포함하는 상기 복수의 제어 존 중 적어도 하나와 관련하여, 상기 제어 시스템은, 상기 적어도 하나의 유체 주입기로 하여금 상기 유체 회로에 유체를 주입하여 상기 유체 회로 내의 유체의 화학 조성 및/또는 혼합 조성을 조작하게 하기 위하여, 상기 유체 회로에서 흐르는 상기 유체의 예측된 유체 미래 행동에 기초하여 제어 정보를 제공하도록 구성되는, 테스트 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 파라미터는, 유체의 화학 조성을 나타내는 유체 조성 파라미터, 유체의 온도를 나타내는 온도 파라미터 및 유체의 흐름 속도를 나타내는 흐름 속도 파라미터를 포함하되, 상기 입력 데이터와 상기 수학적 모델을 사용하여, 상기 제어 시스템은, 상기 유체 조성 파라미터, 유체 온도 파라미터 및 유체 흐름 속도 파라미터 중 임의의 두 개 이상에 대한 상기 적어도 하나의 테스트 값의 하나 이상의 조합에 기인한, 상기 유체의 조성, 온도 및 흐름 속도의 임의의 하나 이상에 대한 하나 이상의 영향을 계산하도록 구성되는, 테스트 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어 시스템은, 반응기의 상기 제어 정보와 상기 수학적 모델을 사용하여, 상기 유체 회로 내의 하나 이상의 위치에서, 적어도 하나의 유체 파라미터에 대한 상기 유체의 행동을 예측하고, 예측된 유체 행동에 기초하여, 추가적인 제어 정보를 계산하고, 그리고 상기 추가적인 제어 정보를 상기 제어 존들의 적어도 하나와 통신하도록 구성되는, 테스트 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어 존의 적어도 일부는, 상기 각각의 위치에서 상기 유체의 하나 이상의 특징을 측정하기 위한 적어도 하나의 센서 및 제어 정보에 따라 상기 유체의 하나 이상의 특징을 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하되, 상기 제어 시스템은 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하고, 상기 각각의 적어도 하나의 센서에 의해 측정된 하나 이상의 상기 유체 특징에 대한 각각의 실제 값을 나타내는 상기 제어 존으로부터의 피드백 정보를 수신하고, 상기 제어 시스템은 하나 이상의 상기 제어 존들로부터의 상기 피드백 정보에 응답하여, 상기 제어 존들 중 적어도 하나에 대한 적어도 하나의 새로운 설정점을 계산하고, 그리고 상기 적어도 하나의 새로운 설정점을 상기 제어 존들 중 상기 적어도 하나와 통신하는, 테스트 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어 시스템은 테스트 존에서 원하는 테스트 환경을 생성하기 위해, 상기 제어 정보를 계산하도록 구성되고, 상기 테스트 환경은 상기 적어도 하나의 유체 파라미터에 의해 정의되는, 테스트 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제어 정보는 하나 이상의 설정점을 포함하되, 각각의 설정점은 상기 적어도 하나의 유체 파라미터 중 각각의 하나에 대해 원하는 값을 나타내고, 각각의 제어 존은 각각의 상기 설정점을 수신함에 응답하여, 각각의 설정점을 달성하기 위해 상기 유체의 하나 이상의 파라미터를 조작하는 적어도 하나의 각각의 제어 디바이스를 활성화시키고, 선택적으로, 상기 적어도 하나의 각각의 제어 디바이스는 각각의 제어 존의 각각의 위치에서, 하나 이상의 유체 파라미터를 조작하기 위해 활성화되는, 테스트 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

적어도 하나의 유체 주입기를 포함하는 상기 적어도 하나의 제어 디바이스는 상기 유체 주입기에 의해 상기 유체의 주입을 제어하기 위한 질량 흐름 제어기(Mass Flow Controller: MFC)를 포함하는, 테스트 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 펌핑 수단이 상기 유체 회로 내에 통합되고, 상기 펌핑 수단은, 상기 유체가 상기 유체 회로 주위에 순환하도록 작동 가능하고, 상기 제어 시스템은, 상기 펌핑 수단의 가령, 동작 속도와 같은 각각의 동작 특징에 대해 원하는 값을 나타내는 적어도 하나의 설정점을 나타내는 제어 정보를 상기 펌핑 수단에 제공하도록 구성되고, 상기 펌핑 수단은 상기 제어 정보에 응답하여, 상기 적어도 하나의 설정점에 따라, 작동하거나 작동하려고 시도하고, 상기 제어 시스템은, 상기 펌핑 수단의 동작과 관련된 피드백 정보를 수신하도록 구성되고, 상기 피드백 정보에 응답하여, 상기 펌핑 수단에 대한 그리고/또는 하나 이상의 상기 제어 존에 대한 하나 이상의 새로운 설정점을 계산하고, 상기 하나 이상의 새로운 설정점을 상기 펌핑 수단이나 제어 존에 각각 통신하고, 상기 피드백 정보는 상기 펌핑 수단으로부터 그리고/또는 상기 하나 이상의 제어 존으로부터 수신되는, 테스트 시스템.

청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 가열 수단이 상기 유체 회로 내에 통합되고, 상기 가열 수단은 상기 유체 회로 내의 상기 유체를 가열하도록 작동 가능하고, 상기 제어 시스템은, 상기 가열 수단의 가령, 동작 온도와 같은 각각의 동작 특징에 대해 원하는 값을 나타내는 적어도 하나의 설정점을 나타내는 제어 정보를 상기 가열 수단에 제공하도록 구성되고, 상기 가열 수단은 상기 제어 정보에 응답하여, 상기 적어도 하나의 설정점에 따라, 작동하거나 작동하려고 시도하고, 상기 제어 시스템은, 상기 가열 수단의 동작과 관련된 피드백 정보를 수신하도록 구성될 수 있고, 상기 피드백 정보에 응답하여, 상기 가열 수단에 대한, 그리고/또는 하나 이상의 상기 제어 존에 대한 하나 이상의 새로운 설정점을 계산하고, 상기 하나 이상의 새로운 설정점을 상기 가열 수단이나 제어 존에 각각 통신하고, 상기 피드백 정보는, 상기 가열 수단으로부터 그리고/또는 상기 하나 이상의 제어 존으로부터 수신되는, 테스트 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 제어 시스템은, 하나 이상의 상기 제어 존이 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 화학 조성

및/또는 혼합 조성을 조작하도록 하는 제어 정보를 제공하도록 구성되고, 상기 제어 존의 적어도 하나는, 하나 이상의 유체를 상기 유체 회로 내로 주입함에 의해 유체 회로 내의 유체의 화학 조성 및/또는 혼합 조성을 조작하도록 작동 가능하고, 상기 제어 존의 적어도 하나는 상기 유체 회로 내로 하나 이상의 화학 반응물을 주입함에 의해, 상기 유체 회로 내의 유체의 화학 조성을 조작하도록 작동 가능한, 테스트 시스템.

청구항 11

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 제어 존은, 다음과 같은 시스템 파라미터, 즉, 유체 흐름 속도; 유체 흐름 밸런스; 유체 회로 내의 공급 유체의 전달; 유체 조성; 유체 온도; 유체 흐름; 및 혼합 분산 중 임의의 하나 이상을 모니터링 및/또는 제어하도록 작동 가능하고, 상기 제어 시스템은, (i) 펌핑 수단의 동작을 제어하는 것, (ii) 복수의 유체 저장소로부터, 및/또는 유체 회로의 복수의 부분으로부터, 및/또는 복수의 유체 회로로부터, 유체 흐름을 조합하는 것, 및/또는 (iii) 하나 이상의 밸브를 제어하는 것 중 임의의 하나 이상에 의해, 유체 흐름 속도를 제어하도록 구성될 수 있고, 상기 제어 시스템은, (i) 가열 수단의 동작을 제어하는 것, (ii) 발열 반응이나 흡열 반응을 촉진하기 위해 유체 조성을 제어하는 것 중 임의의 하나 이상에 의해 유체 온도를 제어하도록 구성될 수 있는, 테스트 시스템.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 제어 시스템은, 하나 이상의 상기 제어 존이, 하나 이상의 위치에서 그리고/또는 유체 회로 내의 하나 이상의 다른 위치에서 유체 회로 내의 유체의 하나 이상의 검출된 특징에 의존하여, 하나 이상의 선택된 유체를 하나 이상의 위치에서 상기 유체 회로 내에 주입하도록 구성되고, 상기 제어 시스템은, 상기 제어 시스템에 의해 계산되고 주입될 각각의 또는 상기 유체의 양을 나타내고 주입될 각각의 또는 상기 유체의 주입의 타이밍을 나타내는 각각의 전달 프로필에 따라, 상기 하나 이상의 선택된 유체를 주입하도록 구성되고, 주입될 상기 하나 이상의 유체 및 선택된 전달 프로필도, 유체 회로 내의 각각의 또는 상기 주입 위치 및/또는 하나 이상의 다른 위치에서, 원하는 화학 반응을 야기하는 상기 제어 시스템에 의해 선택되는, 테스트 시스템.

청구항 13

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유체 회로는 유체 배출구를 포함하고, 상기 반응기는 상기 유체 배출구를 개방 또는 폐쇄하도록 작동 가능한 배출 제어 디바이스를 가진 배출 제어 존을 포함하되, 상기 제어 시스템은 상기 유체 회로로부터 유체의 배출을 제어하기 위해, 상기 제어 정보로 상기 배출 제어 디바이스를 작동하도록 구성되고, 선택적으로 상기 제어 시스템은 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 재순환의 양을 조절하기 위해, 상기 배출 제어 디바이스를 작동하도록 구성되고, 선택적으로, 상기 제어 시스템은 상기 유체 회로로부터 상기 유체의 계산된 양을 제거하기 위해, 상기 배출 제어 디바이스를 작동시키도록 구성되고, 상기 제어 시스템은, 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 유체 조성 파라미터, 유체 온도 파라미터 또는 유체 흐름 속도 파라미터 중 임의의 하나 이상에 대해 결정된 값에 의존하는, 상기 양을 계산하도록 구성될 수 있고, 상기 제어 시스템은, 상기 유체 회로 내의 명시된 위치에 대하여, 유체 조성 파라미터, 유체 온도 파라미터 또는 유체 흐름 속도 파라미터의 각각을 결정하도록 구성될 수 있고, 상기 제어 시스템은, 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 조성, 온도 또는 흐름 속도 중 임의의 하나 이상을 조절하기 위해 상기 유체 회로로부터 유체의 배출을 제어하도록 구성될 수 있는, 테스트 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 유체는, 적어도 하나의 벌크 유체(bulk fluid)에 포함되는 베이스 유체를 포함하고, 상기 시스템은, 상기 제어 시스템의 제어 하에서, 적어도 하나의 벌크 유체를 상기 유체 회로 내로 도입하기 위한 적어도 하나의 유체 흡입 디바이스에 의해, 상기 적어도 하나의 벌크 유체의 소스에 연결되고, 상기 적어도 하나의 벌크 유체는 공기를 포함하고, 상기 베이스 유체는 부피로 10% 내지 100% 공기를 포함할 수 있고, 상기 제어 시스템은, 유체 회로 내의 유체를 회식하기 위해, 상기 유체 회로 내로 상기 적어도 하나의 벌크 가스의 도입을 제어함에 의해, 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 조성, 온도 또는 흐름 속도 중 임의의 하나 이상을 조절하도록 구성되는, 테스트 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 유체 회로는 상기 유체 회로 내의 상기 유체를 가열하도록 작동 가능한 가열 수단을 포함하고, 상기 유체 회로는, 상기 가열 수단 주위에 유체를 우회시키기 위한 바이패스 회로 부분 및 상기 바이패

스 회로 부분과 가열 수단을 통해 흐르는 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 각각의 부분을 제어하도록 작동 가능한 적어도 하나의 밸브를 포함하고, 상기 제어 시스템은 상기 유체 회로 내의 유체의 온도를 제어하기 위해, 상기 적어도 하나의 밸브의 동작을 제어하도록 구성되는, 테스트 시스템.

청구항 16

유체를 재순환시키도록 구성된 유체 회로를 포함하는 재순환 유체 반응기의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법으로서,

제어 시스템에서, 상기 적어도 하나의 파라미터에 대한 적어도 하나의 테스트 값을 나타내는 입력 데이터를 수신하는 단계;

상기 제어 시스템이, 상기 입력 데이터 및 반응기의 수학적 모델을 사용하여, 상기 적어도 하나의 파라미터에 대한, 상기 유체 회로에서 흐르는 상기 유체의 유체 미래 행동을 예측하는 단계;

상기 제어 시스템에서, 상기 예측된 유체 미래 행동에 기초하여 제어 정보를 계산하는 단계; 및

상기 제어 정보를 적어도 하나의 유체 제어 디바이스와 통신하는 단계를 포함하되,

상기 적어도 하나의 유체 제어 디바이스는 적어도 하나의 유체 주입기를 포함하고, 상기 적어도 하나의 유체 주입기는 상기 제어 정보에 따라 유체를 상기 유체 회로에 주입하도록 작동가능하고,

상기 제어 정보는, 상기 적어도 하나의 유체 주입기로 하여금 상기 유체 회로에 유체를 주입하여 상기 유체 회로 내의 유체의 화학 조성 및/또는 혼합 조성을 조작하게 하기 위해 계산되는, 재순환 유체 반응기의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 테스트 시스템의 생산에 관한 것이다. 본 발명은 특히 가변하는 환경 조건 및/또는 시간이 지남에 따라 제품의 성능을 테스트하기 위한 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가변하는 환경 조건 및/또는 시간이 지남에 따라, 제조사 제품의 성능, 가령, 특정한 환경에서 제품의 수명이나 퇴화가 어떻게 되는지를 평가하는 것은 제조사에게 혼란적이다. 이러한 제품의 성질은 다양하고, 전기 및 전자 구성요소, 기계 구성요소, 윤활유, 연료, 페인트, 코팅물 및 화학적 화합물을 포함한다. 일반적으로, 전용 테스트 장비가 특정한 제품에 적합하고, 특정한 테스트를 수행하도록 설계된다.

[0003] 종래의 테스트 장비는 에너지 비효율적이고 융통성이 없는 경향이 있다. 그러므로, 테스트 프로세스는 비용이 많이 들고 범위가 제한되고 느려지는 경향이 있다. 그러므로, 개선된 테스트 장비를 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 제1 양태는 테스트 시스템을 제공하는데, 상기 테스트 시스템은,

[0005] 반응기; 및

[0006] 상기 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,

[0007] 상기 반응기는,

[0008] 유체 회로와,

[0009] 테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে를 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে를, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,

[0010] 각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각, 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고,

[0011] 상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하고,

[0012] 상기 제어 시스템은,

[0013] 상기 적어도 하나의 파라미터를 위한 적어도 하나의 테스트 값을 나타내는 입력 데이터를 수신하고,

[0014] 상기 입력 데이터 및 반응기의 수학적 모델을 사용하여, 상기 적어도 하나의 유체 파라미터에 대한 상기 유체의 행동을 예측하고,

[0015] 예측된 유체 행동에 기초하여 상기 제어 정보를 계산하고, 그리고

[0016] 상기 제어 정보를 상기 제어 존들의 적어도 하나와 통신하도록 구성된다.

[0017] 수학적 모델은 임의의 적절한 형태를 취할 수 있는데, 가령, 모델 예측 제어로 사용하기에 적합한 모델이나 인공 신경 네트워크로 사용하기에 적합한 모델을 포함한다.

[0018] 본 발명의 제2 양태는 테스트 시스템을 제공하는데, 상기 테스트 시스템은,

[0019] 반응기; 및

[0020] 상기 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,

[0021] 상기 반응기는,

- [0022] 유체 회로와,
- [0023] 테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে을 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে을, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,
- [0024] 각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각, 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고,
- [0025] 상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하며,
- [0026] 상기 유체 회로는 유체 배출구를 포함하되, 상기 반응기는 상기 유체 배출구를 개방 또는 폐쇄하도록 작동 가능한 배출 제어 디바이스를 가진 배출 제어 존을 포함하고,
- [0027] 상기 제어 시스템은, 상기 유체 회로로부터 유체의 배출을 제어하기 위해, 상기 제어 정보로 상기 배출 제어 디바이스를 작동하도록 구성된다.
- [0028] 본 발명의 제3 양태는 테스트 시스템을 제공하는데, 상기 테스트 시스템은,
- [0029] 반응기; 및
- [0030] 상기 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,
- [0031] 상기 반응기는,
- [0032] 유체 회로와,
- [0033] 테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে을 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে을, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,
- [0034] 각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각, 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고,
- [0035] 상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하고, 상기 유체는 적어도 하나의 벌크 유체(bulk fluid)에 포함되는 베이스 유체를 포함하고, 상기 시스템은, 상기 제어 시스템의 제어 하에서, 상기 적어도 하나의 벌크 유체를 상기 유체 회로 내로 도입하기 위한 적어도 하나의 유체 흡입 디바이스에 의해, 상기 적어도 하나의 벌크 유체의 소스에 연결되고, 상기 적어도 하나의 벌크 유체는, 전형적으로, 부피로 대략 10% 내지 100%인 공기를 포함한다.
- [0036] 본 발명의 제4 양태는 테스트 시스템을 제공하는데, 상기 테스트 시스템은,
- [0037] 반응기; 및
- [0038] 상기 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,
- [0039] 상기 반응기는,
- [0040] 유체 회로와,
- [0041] 테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে을 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে을, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,
- [0042] 각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각, 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고,
- [0043] 상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하고, 상기 제어 시스템은, 유체 회로 내의 유체를 회석하기 위해 상기 유체 회로 내에 상기 적어도 하나의 벌크 가스의 도입을 제어함에 의해, 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 조성, 온도 또는 흐름 속도 중 임의의 하나 이상을 조절하기 위해, 바람직하게는, 상기 회로 내의 상기 유체에 대한 베이스 조건을 형성하도록 구성된다.
- [0044] 본 발명의 제5 양태는 테스트 시스템을 제공하는데, 상기 테스트 시스템은,

- [0045] 반응기; 및
- [0046] 상기 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,
- [0047] 상기 반응기는,
- [0048] 유체 회로와,
- [0049] 테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে을 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে을, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,
- [0050] 각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각, 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고,
- [0051] 상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하고, 상기 유체 회로는, 상기 유체 회로 내의 상기 유체를 가열하도록 작동하는 가열 수단을 포함하고, 상기 유체 회로는, 상기 가열 수단 주위에 유체를 우회시키기 위한 바이패스 회로 부분 및 상기 바이패스 회로 부분과 가열 수단을 통해 흐르는 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 각각의 부분을 제어하도록 작동 가능한 적어도 하나의 밸브를 포함하고, 상기 제어 시스템은 상기 유체 회로 내의 유체의 온도를 제어하기 위해, 상기 적어도 하나의 밸브의 동작을 제어하도록 구성된다.
- [0052] 본 발명의 제6 양태는 테스트 시스템을 제공하는데, 상기 테스트 시스템은,
- [0053] 반응기; 및
- [0054] 상기 반응기의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하되,
- [0055] 상기 반응기는,
- [0056] 유체 회로와,
- [0057] 테스트 하에서 적어도 하나의 아이টে을 위한 테스트 존으로서, 상기 유체 회로 내에 포함되어서 적어도 하나의 아이টে을, 사용 중에 상기 회로 내에서 흐르는 유체에 노출시키는, 상기 테스트 존과,
- [0058] 각각의 상이한 위치에서 상기 유체 회로 내에 포함되는 복수의 제어 존으로서, 각각, 제어 정보에 따라 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 디바이스를 포함하는, 상기 복수의 제어 존을 포함하고,
- [0059] 상기 제어 시스템은 상기 제어 존과 통신되어서 상기 제어 정보를 상기 제어 존에 제공하고, 상기 유체 회로는 상기 테스트 존 주위에 유체를 우회시키기 위한 바이패스 회로 부분 및 테스트 존 바이패스 회로 부분과 테스트 존을 통해 흐르는 상기 유체 회로 내의 상기 유체의 각각의 부분을 제어하도록 작동 가능한 적어도 하나의 밸브를 포함하고, 상기 제어 시스템은 상기 테스트 존의 유체의 흐름 속도를 제어하기 위해, 상기 적어도 하나의 밸브의 동작을 제어하도록 구성된다.
- [0060] 본 발명의 제7 양태는 유체 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법을 제공하는데, 본 방법은, 제어 시스템에서, 상기 적어도 하나의 파라미터에 대한 적어도 하나의 테스트 값을 나타내는 입력 데이터를 수신하는 단계와, 상기 제어 시스템에 의해, 상기 입력 데이터와 반응기의 수학적 모델을 사용하여, 상기 적어도 하나의 유체 파라미터에 대한 상기 유체의 행동을 예측하는 단계와, 상기 제어 시스템에서, 예측된 유체 행동에 기초하여 제어 정보를 계산하는 단계와, 및 상기 제어 정보를 적어도 하나의 유체 제어 디바이스와 통신하는 단계를 포함한다.
- [0061] 본 발명의 제8 양태는 유체 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법을 제공하는데, 상기 방법은, 상기 유체 반응기 내의 상기 유체의 재순환의 양을 조절하기 위해, 그리고/또는 상기 유체 반응기로부터 상기 유체의 계산된 양을 제거하기 위해, 상기 유체 반응기로부터 유체의 배출을 제어하는 단계를 포함한다.
- [0062] 본 발명의 제9 양태는 유체 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법을 제공하는데, 상기 방법은 상기 유체 반응기 내에 적어도 하나의 벌크 유체의 도입을 포함하고, 상기 적어도 하나의 벌크 유체는 전형적으로, 부피로 대략 10% 내지 100%의 공기를 포함한다.
- [0063] 본 발명의 제10 양태는 유체 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법을 제공하는데, 상기

방법은, 유체 반응기 내의 유체를 희석하기 위해, 상기 유체기 내로 상기 적어도 하나의 벌크 가스의 도입을 제어함에 의해, 바람직하게는, 상기 반응기 내의 상기 유체에 대한 기본 조건을 형성하기 위해, 상기 유체 반응기 내의 상기 유체의 조성, 온도 또는 흐름 속도 중 임의의 하나 이상을 조절하는 단계를 포함한다.

[0064] 본 발명의 제11 양태는 유체 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법을 제공하는데, 상기 방법은 상기 반응기 내의 유체의 온도를 제어하기 위해, 가열 장비 주위에 상기 유체의 적어도 일부를 우회시키는 단계를 포함한다.

[0065] 본 발명의 제12 양태는 유체 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터를 제어하는 방법을 제공하는데, 상기 방법은, 상기 테스트 존 내의 유체의 흐름 속도를 제어하기 위해, 테스트 존 주위에 상기 유체의 적어도 일부를 우회시키는 단계를 포함한다.

[0066] 바람직한 특징은 첨부된 종속항에서 나열된다.

[0067] 시스템의 바람직한 실시예는, 에너지 효율적이고, 테스트 하의 제품이나 재료가 위치되는 하나 이상의 반응(테스트) 존에서의 화학 조성, 흐름 및 온도의 정확한 제어를 가능하게 하는 재순환 유체 반응기를 포함한다. 대안적으로, 수학적 모델 기반의 제어는 하나 이상의 제어 존에서 실행된다. 전형적으로, 반응기의 작업은 고정되고 알려진 부피의 폐쇄계 내로 하나 이상의 가스 및/또는 액체의 전달과 관련된다.

[0068] 복수의 측정 소스의 삼각 측량법, 예측 모델 및 캘리브레이트된 가스/액체 전달 시스템은 동적인 환경에서 정확성을 보장한다.

[0069] 바람직한 실시예에서, 재순환 가스 또는 액체(유체) 반응기는, 일체형 퍼니스(integral furnace), 저장소 및 블로워(blower)를 가진 적어도 하나, 정상적으로 둘 이상의 재순환 가스 시스템/회로를 포함한다. 열은 내부 열 교환기를 통해 재사용되고, 시스템 전체에 저장될 수 있다.

[0070] 본 발명의 바람직한 실시예는, 알려진 농도와 알려진 온도로, 유체 회로 내의 알려진 시간과 위치에, 알려진 양의 가스의 정확하고 제어된 전달을 제공한다. 이를 통해, 매우 높은 수준의 반복성, 정확성 및 안정성을 구현하여, 광범위한 동작 조건하에서 광범위한 센서 및 측정 시스템에 대한 성능을 평가 및 비교하고 측정 시스템 기능을 결정할 수 있다.

[0071] 바람직한 실시예는 전체 스케일의 흐름 속도, 온도, 화학 조성, 분포 및 교반을 복제할 수 있다. 조성은 적용 가능한 구성 유체/가스 및/또는 이들의 농도를 의미할 수 있고, 적용 가능한 화학 조성 및/또는 혼합물 조성을 포함할 수 있다.

[0072] 본 발명의 또 다른 바람직한 측면은 특정 실시예에 대한 다음의 설명을 검토하고 첨부 도면을 참조하면 당업자에게 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0073] 본 발명의 실시예는, 예시에 의해, 그리고, 유사한 번호가 유사한 부분을 표시하는데 사용되는 첨부 도면을 참고하여, 이제 기술되는데, 이는,

도 1은 본 발명의 하나의 양태를 구현하는 테스트 시스템의 개략도;

도 2는 도 1의 테스트 시스템의 일부인, 제어 존의 개략도;

도 3은 시스템 제어기와 함께 질량 흐름 제어기의 예시적인 액션을 나타내는 순서도인데, 이들 각각은 도 1의 시스템의 일부임;

도 4는 시스템 제어기에 의해 실행된 예시적인 흐름 제어 액션을 나타내는 순서도; 및

도 5는 테스트 시스템의 대안적인 실시예의 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0074] 이제 도면의 도 1 및 2를 참조하면, 본 발명의 하나의 양태를 구현하는 테스트 시스템이 일반적으로 10으로 표시되어 나타난다. 테스트 시스템(10)은 반응기(12) 및 반응기(12)의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템(14)을 포함한다. 반응기(12)는 사용 중인 화학 반응을 일으키고 제어하기 위한 것이며, 화학 반응기로 기술될 수 있다. 반응기(12)는 하나 이상의 유체에 테스트 하의 하나 이상의 제품(PUT)(미도시)의 노출을 제어하고, 그러

므로 유체 반응기로 기술될 수 있다. 전형적으로, 유체는 하나 이상의 가스를 포함하는데, 이러한 경우, 액체도 또는 대안적으로 사용될 수 있음에도 불구하고, 반응기(12)는 가스 반응기로 기술될 수 있다. 반응기(12)는, 유체가 반응기(12) 내에서 재순환되는 하나 이상의 유체 회로를 포함하고, 따라서, 반응기(12)는 재순환 유체 반응기로 기술될 수 있다. 이하에서 좀 더 자세히 기술되는 바와 같이, 특히 테스트의 수행 동안에, 반응기(12) 내의 유체의 전부 또는 일부가 반응기(12)로부터 배출되거나 제거되도록 하는 하나 이상의 방출구에 연결된 하나 이상의 밸브를 포함할 수 있다. 그러므로, 유체의 0% 내지 100%의 어느 곳에서 테스트하는 동안, 필요하면 배출이 수행되는 경우에 따라 재순환될 수 있다. 테스트 동안에 관련 밸브를 제어함에 의해, 재순환되는 유체의 양은 테스트에 맞게 가변될 수 있다.

[0075] 시스템(10)의 바람직한 실시예는, 전기 부품 및 제품, 전자 부품 및 제품, 기계 부품 및 제품, 액체 및 화학 제품(액체 또는 고체 형태)을 포함하나 이에 제한되지 않는, 임의의 원하는 PUT와 함께 사용하기에 적합하다. 특정 제품의 예로는 집적 회로, 고체 상태 디바이스, 자동차 부품 및 어셈블리, 촉매, 윤활유, 연료, 페인트 및 코팅물, 금속, 합금, 재료 및 복합 재료를 포함하나 이에 제한되지 않는다.

[0076] 반응기(12)는 사용 동안에 유체가 순환되고, 바람직하게는 재순환되는 하나 이상의 유체 회로(16)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 대안적인 실시예에서 더 많거나 더 적은 유체 회로가 있을 수 있지만, 반응기는 2개의 유체 회로(16A, 16B)를 가진다. 유체 회로(16)는 전형적으로, 파이프(들), 튜브(들), 호스, 덕트(들) 및/또는 다른 유체 도관 중 임의의 하나 이상을 포함하는, 임의의 편리한 구성일 수 있다. 이들은 가령, 금속이나 플라스틱과 같은 임의의 편리한 재료로 형성될 수 있고, 선택적으로 단열될 수 있다.

[0077] 각각의 유체 회로(16)는 하나 이상의 PUT가 사용 중에 위치되는 적어도 하나의 각각의 테스트 존(18)을 포함한다. 테스트 존(18)은 가령, 각각의 회로(16) 내로 통합되는 챔버를 포함하거나 회로(16)를 형성하는 도관의 일부인 임의의 적절한 형태를 취할 수 있다. 테스트 존(18)은 각각의 유체 회로(16)와 유체 통신되어서, 유체는 사용 중에 테스트 존(18)을 통과하여서, PUT을 순환하는 유체에 노출시킨다. 선택적으로, 테스트 존(18)은, 가령, 진동, 오실레이션, 스트레스, 스트레인, 텐션, 토션, 압축, 하중, 압력 및/또는 마찰력과 같은 하나 이상의 기계적 힘을 PUT에 가하기 위한 하나 이상의 기계 디바이스 및/또는 전기장 및/또는 자기장을 생성하기 위한 디바이스(들)를 포함할 수 있다. (도시되진 않지만 도 1에 "교반"으로 표현된) 임의의 종래의 기계 디바이스(들)는, 가령, 진동이나 오실레이팅 베드, 스프링(들), 클램프(들), 작동기(들), 자석, 전자석 및/또는 전기장 생성기와 같은 목적으로 사용될 수 있다. 또한, PUT의 주변 조건도 제어될 수 있다.

[0078] 시스템은, 주변 환경, 주변 습도를 가열 또는 냉각하기 위한, 및/또는 주변 공기 흐름 및/또는 주변 공기 압력을 조절하기 위한 임의의 종래의 장비의 하나 이상을 포함하는 하나 이상의 디바이스를 포함할 수 있다. 이에 의해, 테스트 존 주위에서 실제 세상 환경 조건이 시뮬레이팅되는 것이 가능하다.

[0079] 반응기(12)는, 알려진 농도로 가스(또는 액체) 혼합물의 양을 저장하고, 전형적으로, 에너지도(즉, 회로 내의 유체에 비해 상승된 온도의 유체를 저장함에 의해) 저장하기 위한 하나 이상의 유체 저장소(24)를 포함할 수 있다. 전형적인 실시예에서, 각각의 유체 회로(16A, 16B)는 각각의 저장소(24A, 24B)를 포함한다. 대안적인 실시예에서, (미도시된) 저장소는 생략될 수 있다.

[0080] 반응기(12)는 유체가 각각의 회로(16) 주위에서 흐르도록 하기 위한 펌핑 수단(20)을 포함한다. 펌핑 수단은, 하나 이상의 각각의 밸브(15)의 설정에 의존하여, 개별적으로 각각의 회로(16A, 16B) 주위에 흐르도록 하거나, 각각의 회로(16A, 16B)의 전부 또는 일부를 포함하는 결합된 유체 회로 주위에 흐르도록 할 수 있다. 각각의 회로(16A, 16B)는 그 자체의 펌핑 수단(20A, 20B)을 가질 수 있는데, 이들은 각각의 회로(16A, 16B) 내로 통합되거나, 아니면 임의의 종래 방식으로 각각의 회로(16)에 작동적으로 연결될 수 있다. 대안적으로, 공통의 펌핑 수단은 하나보다 많은 유체 회로에 제공될 수 있다. 유체가 가스인 전형적인 실시예에서, 펌핑 수단은 하나 이상의 팬을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 각각의 팬(20A, 20B)은 각각의 회로(16A, 16B)에 제공된다. 팬(20)은 가령, 원심 팬 또는 블로워일 수 있고, 이는 각각의 회로(16) 내로 일렬로 통합될 수 있다. 좀 더 일반적으로, 펌핑 수단은 축류 팬(axial fan), 프로펠러 팬, 원심(반경) 팬, 혼합된 흐름 팬 및 크로스 흐름 팬, 원심 펌프 및 양변위 펌프, 압축기 및/또는 터빈을 포함하는 임의의 다른 적절한 펌핑 디바이스를 포함할 수 있다. 펌핑 수단은 각각의 또는 상기 회로(16A, 16B) 또는 임의의 실시 가능한 결합 회로 주위에 유체의 흐름, 특히 흐름 속도를 제어하기 위해 제어 가능하다.

[0081] 도시된 실시예에서, 밸브(15A, 15B, 15C)는, 유체가 두 유체 회로(16A, 16B)의 주위에 동시에 펌핑되거나(즉, 밸브(15A, 15B, 15C)가 개방될 때), 회로(16A, 16B) 중 오직 하나의 주위에(즉, 각각의 밸브(15A, 15B)가 개방되고, 다른 것은 폐쇄될 때) 펌핑될 수 있다. 하나 이상의 다른 밸브(미도시)는 주요 유체 회로(16A, 16B)의 전

부나 일부를 포함하는 하나 이상의 복합 유체 회로를 생성하기 위해 요구되는 대로 제공될 수 있다. 임의의 하나 이상의 밸브(15)는, 유체 흐름을 제어하는 수단으로서 밸브를 통해 유체 흐름 제한의 레벨을 제어하도록 작동 가능할 수 있다. 추가적인 밸브(15D)는, 개방될 때, 유체 압력이 저장소(24A, 24B)로부터 방출되도록 제공될 수 있다. 하나 이상의 관련 밸브를 제어함에 의해, 압력 방출은, 압력이 배출이 요구되거나 낮은 압력점이 요구되는 회로(들) 주위의 임의의 위치에서 실시될 수 있다.

[0082] 반응기(12)는 각각의 회로(16) 내의 유체의 온도를 제어하기 위한 가열 수단(22)을 포함한다. 전형적인 실시예에서, 가열 수단은 하나 이상의 퍼니스(furnace) 또는 다른 가열 디바이스를 포함한다. 각각의 회로(16)는 하나 이상의 각각의 가열 디바이스를 가질 수 있고, 이는 각각의 회로(16) 내로 통합되거나, 아니면, 임의의 종래 방식으로 각각의 회로(16)에 작동적으로 연결될 수 있다. 대안적으로, 하나 이상의 공통의 가열 디바이스는 하나보다 많은 유체 회로에 제공될 수 있다. 도시된 실시예에서, 각각의 퍼니스(22A, 22B)는 각각의 회로(16A, 16B)에 제공된다. 퍼니스(22)는 가열, 화학적 또는 가스 퍼니스(가열, 프로판이나 천연 가스 퍼니스) 또는 전기적 퍼니스(가열, 적외선 퍼니스, 전기 튜브 퍼니스 또는 플랫 베드 퍼니스) 또는 전기 히터(들), 적외선 히터(들), 가스 히터(들) 및/또는 가열 램프(들)(가열, 석영 또는 텅스텐 가열 램프)를 포함하는 임의의 다른 종래의 가열 디바이스일 수 있다. 가열 수단(22)은, 각각의 회로(16) 내의 유체의 온도를 제어 및/또는 조절하고, 테스트 존(18) 내의 베이스 온도를 제어 및/또는 조절하기 위해 제어 가능하다.

[0083] 바람직하게는, 펌핑 수단(20) 및/또는 가열 수단(22)은 인버터 컨트롤되어 비교적 정확한 제어를 제공하여서, 이하에서 좀 더 자세히 기술되는 바와 같이, 전력 조절을 가능하게 하고, 원하는 설정점을 달성하는데 도움을 준다.

[0084] 반응기(12)는 하나 이상의 열 교환기(26)를 포함하여, 특히, 반응기(12) 내의 원하는 유체 온도를 유지하는 것에 대하여, 에너지 효율적으로, 반응기(12)의 효율성을 개선할 수 있다. 상기 또는 각각의 열 교환기는, 두 개 이상의 유체 운반 도관이 비교적 인접한 위치에서, 상기 또는 각각의 유체 회로(16A, 16B) 내로 통합될 수 있다. 열 교환기는 적절하게, 가스에서 가스 타입, 가스에서 액체 타입 또는 액체에서 액체 타입일 수 있다.

[0085] 반응기(12)는 적어도 하나, 그러나 바람직하게는 복수의 제어 존(28)을 포함한다. 바람직하게는, 각각의 유체 회로(16A, 16B)는 적어도 하나의 제어 존(28)을 포함한다. 각각의 제어 존(28)은 각각의 위치에서 하나 이상의 유체 회로(16A, 16B) 내로 통합될 수 있다.

[0086] 임의의 하나 이상의 제어 존(28)이 반응기의 동작의 적어도 하나의 양태를 측정하기 위해 구비될 수 있다. 전형적으로, 각각의 제어 존(28)은 그것이 통합된 각각의 유체 회로(들)(16) 내의 각각의 위치에서, 유체의 하나 이상의 특징을 측정하도록 구성될 수 있다. 이하에서 좀 더 자세히 기술되는 바와 같이, 각각의 제어 존(28)은 다음의 유체 특징, 흐름 속도, 온도, 화학 조성, 압력의 임의의 하나 이상을 측정하도록 구성될 수 있다.

[0087] 임의의 하나 이상의 제어 존(28)은 가열, 유체 흐름 속도, 온도, 화학 조성 및/또는 압력과 같은, 각각의 유체 회로(들)(16) 내의 유체의 하나 이상의 특징을 제어하고, 그리고 또는 방출구로 또는 복수의 회로 브랜치의 선택된 것으로, 유체를 우회시키도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 각각의 제어 존(28)은 이하에서 좀 더 자세히 기술되는 바와 같이, 가열, 하나 이상의 밸브(15), 유체 주입기(30) 또는 유체 혼합 디바이스와 같은 하나 이상의 제어 디바이스를 포함할 수 있다. 임의의 하나 이상의 각각의 제어 디바이스(들)는 각각의 제어 존(28)에 위치될 수 있고, 이러한 경우, 제어 존(28)은 그 자체 부근(locality)에서 관련된 유체 특징을 직접 제어한다. 대안적으로, 임의의 하나 이상의 각각의 제어 디바이스(들)는 각각의 제어 존(28)으로부터 원격에 위치될 수 있고, 이러한 경우, 제어 존(28)은 제어 존(28)자체로부터 원격의 유체 회로(들) 내의 하나 이상의 위치에서 관련된 유체 특징을 제어한다. 이러한 경우, 제어 존(28)은, 그것이 제어 디바이스의 동작을 제어한다는 점에서, 제어 디바이스를 포함한다고 말할 수 있다.

[0088] 바람직한 실시예에서, 임의의 하나 이상의 제어 존(28)은, 그것이 통합되는 각각의 유체 회로(들)(16) 내로 하나 이상의 유체, 전형적으로 가스의 도입을 모니터링하고 제어하도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 각각의 이러한 제어 존(28)은 하나 이상의 유체 주입기(30)를 제어한다. 각각의 유체 주입기(30)는, 전형적으로, 가열, 캐니스터와 같은 하나 이상의 유체 소스(32)에 연결된 하나 이상의 밸브(29)와 도관(들)(31), 압축기 및/또는 하나 이상의 저장소(24), 대개 압축된 유체 소스를 포함하여, 임의의 종래의 형태를 취할 수 있다. 각각의 유체 소스(32)는 각각의 제어 존에 의해 수행되는 응용예와 임무에 의존하여, 단일 유체 또는 둘 이상의 유체의 혼합물을 포함할 수 있다. 각각의 유체 주입기(30)는 하나 이상의 유체 흡입구(미도시)를 통해 각각의 유체 회로(들) 내로 하나 이상의 유체를 선택적으로 주입하도록 작동 가능하다. 편의상, 유체 흡입구(들)는, 이들이 유체 회로(들)의 다른 곳에 대안적으로 또는 추가적으로 위치될 수 있음에도 불구하고, 각각의 제어 존(28)에 위치된다.

편의상, 각각의 유체 주입기(30)는, 이들이 유체 회로(들)의 다른 곳에 대안적으로 또는 추가적으로 위치될 수 있음에도 불구하고, 각각의 제어 존(28)에 위치된다. 선택적으로, 하나 이상의 유체 주입기(미도시)는 저장소(들) 내로 유체(들)를 주입하기 위해 제공될 수 있다.

[0089] 전형적인 실시예에서, 회로(들) 내의 순환하는 유체는, 하나 이상의 다음 것, 공기, 질소, 산소, 이산화탄소, 일산화탄소, 수증기, 프로판, 프로필렌, 질소 산화물(NOx) 또는 메탄 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있다. 제어 존 또는 다른 유체 주입점은, 테스트 사양에 의해 요구되는 대로(요구되는 대로 저장소를 포함하여), 임의의 하나 이상의 이들 유체를 도입하도록 구성될 수 있다. 전형적으로, 순환 유체는, 조합된 순환 유체 스트림을 제조하기 위한 테스트 사양을 구현하기 위해 필요에 따라 하나 이상의 제어 존에서 하나 이상의 다른 유체가 첨가되는 베이스 유체를 포함한다. 전형적으로, 베이스 유체는 가령, 공기, O₂, NOx 또는 CO₂ 및/또는 질소 및/또는 수증기와 같은 하나 이상의 산소-함유 가스를 포함한다. 전형적으로, 추가된 유체는, 가령, 프로판, 프로필렌 또는 메탄과 같은 대개 순수한 탄화 수소, 가스인 하나 이상의 탄화수소를 포함한다. 유체의 조성 및 그것의 구성 부분의 농도는 이하에서 좀 더 자세히 기술되는 바와 같이, 실행되는 테스트에 의존하여 그리고/또는 테스트 코스 동안에 가변할 수 있다.

[0090] 예를 들어, 전형적인 테스트는 다음과 관련될 수 있다. 시스템으로부터 공기를 제거하기 위한 테스트의 시작점에서, 90% N₂ 및 10% CO₂는, 모든 공기(또는 다른 유체)가 제거될 때까지, 반응기(12) 내로 주입될 수 있다. 테스트 온도가 되면, 공기와 프로판 또는 프로필렌이나 메탄 또는 이들의 임의의 조합이 요구되는 대로, (본 예시에서) 제어 존 1&2 내로 주입된다. 동시에 공기와 프로판이 제어 존 3내로 주입된다. 전형적으로 0%-4% CO, 500-3000ppm HC (탄화수소), 0%-21% O₂, 10-15% CO₂, 5-10% 수증기 및 밸런스 질소를 포함하는 전체 흐름 가스 혼합물이 있다. 이들은 전형적인 정상 상태 농도이나, 실행되는 테스트 사양에 모두 의존하여, 각각 개별적으로 조정될 수 있으며, 도시된 범위를 초과 할 수도 있고, 다른 가스 타입이 추가될 수도 있다.

[0091] 선택적으로, 임의의 하나 이상의 제어 존(28)은 하나 이상의 유체 회로(들)(16) 내의 유체 흐름 밸런스를 제어하도록 구성될 수 있다. 유체 밸런스를 제어하는 것은 전형적으로, 벤추리 노즐이나 오리피스 플레이트와 같은 흐름 측정 디바이스에 의해, 각각의 회로 상의 흐름 측정과 관련된다. 실시간 압력 측정을 나타내는 신호는 질량 흐름 속도 계산이 수행되는 마스터 제어 내로 전송된다. 각각의 회로에서 도시된 바와 같이 하나의 테스트 샘플(18)이 있을 수 있다. 각각의 샘플은 다양한 배압을 가진 다양한 기하형상을 가질 수 있어서, 흐름 역학을 변경할 수 있다. 마스터 제어기가 회로들 간에 흐름의 차이가 있다고 계산하면, 다음의 수단, 1. 팬 인버터를 사용하여 팬(20a 및/또는 20b)의 rpm의 조절, 및/또는 2. 테스트 샘플에 걸쳐 동일한 매스 흐름을 달성하기 위해, 하나 또는 모든 회로 내의 배압을 증가시키기 위해 회전 흐름 밸브의 하나 또는 둘 다의 가령, 조절에 의한 동작의 조절에 의해, 효과 보상을 실시할 수 있다.

[0092] 관련 유체 특징을 모니터링하고, 그리고/또는 각각의 유체 주입기(들)에 의한 유체의 주입을 모니터링하기 위해, 각각의 제어 존(28)은 하나 이상의 센서를 포함할 수 있는데, 이들은 측정 디바이스(들)(34)로서 도 2에 일반적으로 표현된다. 예를 들어, 센서는, 써모커플, 온도 센서, 유체 흐름 측정 디바이스(가령, 벤추리, 임펠러, 오리피스 플레이트 또는 알려진 다른 흐름 측정 디바이스), 질량 흐름 제어기(MFC), 압력 트랜스듀서, 람다/O₂/NOxCAN 센서, 압력 트랜스듀서, 가스 분석기, 유체 분석기, 스펙트로미터(가령, FTIR 분석기) 및/또는 발산 분석기 중 임의의 하나 이상의 하나 이상의 예시를 포함할 수 있다. 편의상, 상기 임의의 센서는 각각의 제어 존(28)에 위치될 수 있다. 각각의 제어 존(28)은, 대안적으로 또는 추가적으로, 하나 이상의 원격에 위치된 센서, 가령, 하나 이상의 발산 분석기, 스펙트로미터 또는 다른 유체 분석기와 함께 작동 가능할 수 있다. 어떤 이벤트에서, 하나 이상의 제어 존(28)은 이들의 각각의 센서(들)에 의해 검출된 임의의 측정치의 분석을 수행할 수 있다. 이하에서 좀 더 자세히 기술되는 바와 같이, 이는, 제어 시스템에 의한 사용을 위해 하나 이상의 피드백 신호의 생성을 야기할 수 있다.

[0093] 대안적으로, 또는 추가적으로, 하나 이상의 센서 출력은 분석 없이 제어 시스템으로 제공될 수 있다. 임의의 하나 이상의 제어 존(28)은, 제어 존(28) 자체 내로(하나 이상의 흡입구), 통과하여(하나 이상의 도관을 통해) 및/또는 외부로(하나 이상의 출구를 통해), 각각의 유체 회로(들)(16) 내의 유체의 흐름을 제어(제한 및/또는 선택적으로 차단)하기 위한 하나 이상의 밸브(들)(15)를 포함할 수 있다.

[0094] 각각의 제어 존(28)의 구성은 동일할 필요가 없으며, 시스템(10)의 특징(들)에 의존하여 가변할 수 있고, 각각의 제어 존(28)은 제어하고, 어떻게 제어가 수행되어야 하는지 의도된다는 것에 주목한다.

[0095] 가령, 원격 분석기(들) 및/또는 제어 시스템을 포함하는 시스템(10)의 다른 구성요소와 통신하기 위해, 각각의 제어 존(28)은, 필요한 대로, 하나 이상의 유선 및/또는 무선 통신 디바이스를 포함하는 통신 시스템(38)을 포

함할 수 있다.

- [0096] 제어 존(28)은 전형적으로 인클로저(40)를 포함하는데, 편의상, 그것의 구성요소(15, 29, 31, 32, 38)의 적어도 일부가 수용된다. 인클로저(40)는 가령, 각각의 회로(들)(16) 내로 통합되는 챔버 또는 각각의 회로(들)(16)의 각각의 도관이 연결되거나 관통하는 챔버를 포함할 수 있고, 또는 각각의 회로(16)를 형성하는 하나 이상의 도관의 일부를 포함할 수 있다.
- [0097] 테스트 시스템(10)은, 제어 존(28)(적용 가능한 대로 센서(34) 및 밸브(15, 29)의 동작을 포함하여), 팬(20), 퍼니스(22), 기계적 교반/힘 디바이스 및/또는 전기장 및/또는 자기장 생성을 위한 디바이스(들)을 포함하는, 시스템 구성요소의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템(14)을 포함한다. 제어 시스템(14)은 전형적으로, 가령, 하나 이상의 적절하게 프로그램되거나 구성된 마이크로프로세서, 마이크로제어기 또는 ASIC, DSP 또는 FPGA(미도시)와 같은 IC 프로세서와 같은 다른 프로세서를 포함하는, 하나 이상의 적절하게 프로그램되거나 구성된 하드웨어, 펌웨어 및/또는 소프트웨어 제어기를 포함한다. 제어 시스템(14)은 실시간으로 재구성가능한 것이 바람직하고, 그러므로, FPGA에 의해 편의상 적어도 부분이 실행될 수 있다. 제어 시스템(14)은, 편의대로, 시스템(10) 전반에 걸쳐 분포될 수 있고, 또는 중앙 위치에 제공될 수 있다.
- [0098] 바람직한 실시예에서, 제어 시스템(14)은, 가령, 테스트 설정 인터페이스 유닛(51)과 같은 임의의 편리한 수단에 의해, 가령, 제어 시스템(14)에 제공될 수 있는 테스트 설정(미도시)에 따라, 테스트를 실행하기 위하여, 가령, 제어 존(28), 팬(20), 및/또는 퍼니스(22)와 같은 시스템(10)의 다른 구성요소와 제어 정보를 통신한다. 테스트 설정은, 각각의 테스트 존(18) 내에서 PUT가 노출될 수 있는 온도(들), 화학 조성(들), 흐름 속도(들), 압력(들) 및/또는 교반 또는 다른 기계적, 전기적 또는 자기적인 힘과 관련된 환경적 테스트 조건을 명시할 수 있다. 또한, 제어 시스템(14)은, 제어 시스템(14)이 추가적인 제어 정보를 하나 이상의 관련 시스템 구성요소로 방출하는 것에 응답하여, 제어 존(28) 및/또는 퍼니스(22)와 같은 시스템(10)의 다른 구성요소로부터 피드백 정보를 수신할 수 있다. 이를 위해, 제어 시스템(14)은 제어 존(28)에 의해 제공된 측정치 또는 다른 정보의 분석을 수행할 수 있다. 이러한 분석은 제어 시스템(14)에 의해 자동적이고 실시간으로 수행될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 시스템 측정 및 성능의 분석은 실시간으로 또는 오프라인으로 작업자에 의해 이루어질 수 있다. 작업자는 인터페이스 유닛(51)에 의해 제어 명령어를 제공함에 의해, 시스템(10)의 동작에 조절을 할 수 있다.
- [0099] 제어 시스템(14)은 마스터 제어기(52) 및 복수의 서브-제어기(54)를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 서브-제어기(54)는 하나 이상의 주요 제어기(54A) 및 하나 이상의 존 제어기(54B)를 포함한다. 주요 제어기(54A)는 팬(20)과 퍼니스(22) 및/또는 기계적 교반/힘 디바이스 및/또는 전기장 및/또는 자기장을 생성하기 위한 디바이스(들)와 같은 다른 시스템 구성요소의 동작을 제어 한다. 각각의 주요 제어기는 각각의 팬(20) 및/또는 각각의 퍼니스(22) 및/또는 다른 각각의 시스템 구성요소에 제공될 수 있다. 존 제어기(54B)는 제어 존(28)의 동작을 제어한다. 각각의 존 제어기(54B)는 각각의 제어 존(28)에 제공될 수 있다. 마스터 제어기(52)의 제어하에서, 주요 제어기(54A) 및 존 제어기(54B)는, 각각의 팬, 퍼니스 또는 제어 존에 제어 신호를 전송하고, 피드백 신호를 수신할 수 있다. 주요 제어기(54A) 및 존 제어기(54B)는, 각각의 팬, 퍼니스 또는 제어 존으로부터 수신된 피드백에 기초하여, 피드백 신호를 마스터 제어기(52)에 제공한다. 또한, 서브-제어기(54)는, 시스템 내에 포함될 수 있는 가령, 가스 센서나 누설 검출기나 긴급 정지와 같은 하나 이상의 알람 센서(58)로부터 알람 신호를 수신하고, 알람 센서(58)로부터 수신된 알람 신호에 기초하여, 알람 정보를 마스터 제어기(52)에 제공할 수 있는 하나 이상의 안전 제어기(56)를 포함할 수 있다. 마스터 제어기(52) 및 서브-제어기(54)는, 가령, 전체 제어 시스템(14)의 하나 이상의 별도의 하드웨어, 펌웨어 및/또는 소프트웨어 구성요소와 같은 임의의 편리한 방식으로 실행될 수 있다.
- [0100] 바람직한 실시예에서, 제어 시스템(14), 좀 더 구체적으로 마스터 제어기(52)는, 테스트 설정 및/또는 시스템(10)의 동작 동안에 하나 이상의 시스템 구성요소로부터 수신된 피드백 신호에 의존하여, 가령, 제어 시스템(14)을 활성화시켜서 시스템(10), 특히 반응기(12)의 행동을 수학적으로 모델링하기 위한, 수학적 모델링 소프트웨어 또는 펌웨어(60)를 지원함에 의해, 시스템 모델링 로직을 실행하도록 구성된다.
- [0101] 바람직하게는, 제어 시스템(14)은 모델 예측 제어(MPC)를 실행하도록 구성된다. MPC를 사용하여, 관련 설정점으로부터의 대응되는 편차가 실제로 발생하기 전에, 제어 시스템(14)은 제어 존(28)의 제어 액션이 조절되게 한다. 전통적인 피드백 동작과 결합될 때, 이러한 예측 능력은, 제어 시스템(14)으로 하여금, 다르게 획득되는 것보다 최적의 제어 액션값에 더 자연스럽게 근접한 조절치를 만들도록 한다. 시스템(10)에 대한 제어 모델은, 예를 들어, Matlab, Simulink, 또는 Labview으로 기재될 수 있고, 마스터 제어기(52)에 의해 실시된다. 바람직

하계는, MPC는 MIMO(복수 입력, 복수 출력) 시스템을 다룰 수 있다.

[0102] 대안적으로, 제어 시스템(14)은 인공 신경 네트워크(ANN)를 실행하도록 구성될 수 있다. 편의상, 마스터 제어기(52)는 ANN을 실행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, ANN은 멀티층, 바람직하게 바이어스된 뉴런(biased neuron)을 가진 피드-포워드 인공 신경 네트워크를 포함할 수 있다. 사용 시, 적어도 하나의 신경 네트워크 모델은, 시스템(10)의 관련 부분을 제어하기 위한 하나 이상의 출력(가령, 하나 이상의 설정점)을 생성하기 위한 적어도 하나의 학습 알고리즘(및 전형적으로 하나 이상의 비용 함수)에 의해, 시스템(10)의 임의의 관련된 부분으로부터 수신된 입력 데이터를 사용하여, 트레이닝된다. ANN은, 바람직하게는 자동 학습 속도, 모멘텀 항(momentum term) 및/또는 데이터 표준화(data normalisation)를 가진 바람직하게는, 역전파 알고리즘을 사용하여 트레이닝될 수 있다. 사용 시, ANN-기반의 제어 시스템(14) 또는 좀 더 구체적으로 마스터 제어기(52)는, 존(28) 및/또는 주요 제어기(54A)(적용 가능한 대로)로부터 피드백 데이터를 모니터링하고 또한 수신하는 각각의 파라미터에 대한 설정점을 각각의 제어 존(28) 및/또는 각각의 주요 제어기(54A)(적용 가능한 대로)에 제공한다. ANN 자체 학습 알고리즘에 의해 결정된 바와 같이, ANN은 제어 시스템(14)/마스터 제어기(52)가 필요한 대로 설정점을 변경할 수 있도록 한다. 주요 제어기(54A) 및 존 제어기(54B)는 각각의 파라미터를 모니터링하고, 필요한 대로 제어 액션을 개시할 수 있다. 선택적으로, 주요 제어기(54A) 및/또는 존 제어기(54B)는 관련된 제어 액션을 수행하기 위해, 각각의 (로컬라이즈된) ANN(일정하게 변경될 수 있는)을 실행하도록 구성될 수 있다.

[0103] ANN-기반의 제어 시스템(14)은 반응기(12)의 행동에 의해 트레이닝된 적어도 하나의 신경 네트워크 모델을 사용하여 반응기(12)를 수학적으로 모델링한다. 바람직한 ANN-기반의 제어 시스템(14)은 패턴 인식 및 인공지능의 계산적 학습 이론을 기반으로 동작한다. 그것은 알고리즘을 구성하고, 시스템 입력과 히스토리적 데이터로부터 수집된 데이터에 기초하여, 각각의 존(28)을 제어하기 위한 예측을 만든다. 바람직한 ANN-기반의 제어 시스템(14)은 각각의 제어 파라미터를 실시간으로 고립, 대응 및 제어할 수 있는 능력을 제공한다.

[0104] 예를 들어, ANN-기반의 제어 시스템(14)은, 반응기(12) 내의 각각의 위치, 가령, 테스트 존(18)으로의 입력부에서, 전달되는 것이 바람직한 하나 이상의 파라미터 프로파일(가령, 02 프로파일 또는 다른 유체 프로파일)로서 취할 수 있다. 입력 프로파일은 테스트 사양으로부터 획득될 수 있다. 또한, 입력은, 하나 이상의 센서(34)(가령, MFC)(이는, 적용 가능한 대로, 하나 이상의 제어 존이나 하나 이상의 테스트 존과 관련될 수 있음)에 의해 제공되는 대로, 하나 이상의 측정된, 및/또는 전달된 유체(가령, 02) 프로파일 또는 다른 파라미터 프로파일을 포함할 수 있다. 입력은 ANN에 의한 사용을 위해, 제어 시스템(14)에 의해 유지되는 히스토리적 데이터(가령, 측정된, 및/또는 전달된 유체 프로파일 및/또는 제어 액션과 관련됨)를 더 포함할 수 있다. ANN을 사용하여, 제어 시스템(14)은 출력으로서, 반응기(12) 내의 각각의 위치에서, 가령, 테스트 존(18)으로의 입력부에서, 전달을 위한 하나 이상의 파라미터 프로파일(가령, 02 프로파일 또는 다른 유체 프로파일) 및/또는 계산된 프로파일(들)을 달성하기 위한 대응되는 제어 정보를 생성한다. 출력 데이터는 적절한대로 히스토리적 데이터에 추가되고, ANN을 업데이트 하는데 사용된다.

[0105] 전형적으로, 마스터 제어기(52)는 실행될 테스트 사양을 정의하는 입력 데이터를 수신하고, 테스트 사양을 반응기의 하나 이상의 수학적 모델(이는, 적용 가능한 대로, 모델 예측 제어(MPC) 또는 트레이닝된 신경 네트워크 모델을 실행하는데 사용되는 수학적 모델을 포함할 수 있음)에 적용함에 의해, 반응기 내의 유체의 적어도 하나의 파라미터에 대한, 유체의 행동을 예측한다. 제어기(52)는 예측된 유체 행동에 기초하여 제어 존에 대한 제어 정보를 계산하고, 관련된 제어 정보를 관련된 제어 존으로 통신한다.

[0106] 바람직한 실시예에서, 예측이 행해진 유체 파라미터 및 계산된 제어 정보는, 유체의 화학 조성을 나타내는 유체 조성 파라미터, 유체의 온도를 나타내는 온도 파라미터 및 유체의 흐름 속도를 나타내는 흐름 속도 파라미터를 포함한다. 화학 조성은, 반응기 내의 전체 유체 혼합물에 어떤 유체(들)가 존재하는지, 및/또는 존재하는 유체의 상대 농도를 포함할 수 있다. 테스트 사양과 수학적 모델을 사용하여, 제어기(52)는, 모델에 따라 테스트 사양의 하나 이상의 양태의 실행에서 기인할 수 있는 상기 유체의 조성, 온도 및 흐름 속도의 임의의 하나 이상에 대한 부작용이나 이들 간의 다른 상호작용(들)을 계산한다. 이러한 부작용은 테스트 사양에서 약정된 유체 조성, 유체 온도 및 유체 흐름 속도 중 임의의 둘 이상 간의 예측된 상호작용의 결과일 수 있다. 그리고 나서, 제어기(52)는 시스템의 예측된 행동에 기초하여, 제어 존에 대한 제어 정보를 생성한다. 제어 정보는 임의의 예측된 부작용 또는 다른 예측된 상호작용을 고려하고, 선택적으로, 하나 이상의 제어 존이, 예측된 부작용이나 다른 예측된 상호작용을 무효화시키거나 적어도 완화시키는 액션을 취하도록 하는 제어 정보를 포함한다. 그리고 나서, 제어 정보는 관련된 제어 존으로 통신된다.

- [0107] 바람직한 실시예에서, 제어기(52)는, 제어 정보 및/또는 테스트 사양 및 반응기의 수학적 모델을 사용하여, 유체 회로 내의 하나 이상의 위치에서 유체의 상기 또는 각각의 관련 유체 파라미터에 대한, 행동을 예측하고, 예측된 유체 행동에 기초하여 추가적인 제어 정보를 계산하고, 그리고 추가적인 제어 정보를 상기 또는 각각의 관련 제어 존에 통신하도록 구성된다. 편의상, 제어기(52)는 추가적인 제어 정보를 상기 또는 각각의 위치와 관련된 하나 이상의 제어 존에 전송하는 것은 물론, 제어 정보를 유체 회로(들) 내의 하나 이상의 다른 위치와 관련된 하나 이상의 제어 존에 전송한다. 이러한 방식으로, 제어기(52)는 유체 회로 내의 특정 위치와 관련된 하나 이상의 제어 존이, 테스트 사양을 실행하는 것이 회로 내의 하나 이상의 특정 위치에서 가질 것이라는 예측된 효과를 무효화, 완화 아니면 고려하도록 할 수 있다. 이러한 제어의 양태는 유체 파라미터의 임의의 하나 이상에 관하여 수행될 수 있다.
- [0108] 모델 기반의 예측 특성은, 알려진 매우 높은 레벨의 반복성, 정확성 및 안정성으로, 알려진 농도와 알려진 온도의 유체 회로에서 알려진 시간과 위치에서 알려진 가스(들)의 양(들)을 정확하게 제어 할 수 있도록 하여, 성능을 평가하고 비교하며, 광범위의 센서에 대한 측정 시스템과 광범위한 동작 조건하에서의 측정 시스템을 결정할 수 있도록 한다.
- [0109] 바람직한 실시예에서, 제어 시스템(14)은, 제어 존(28)과 다른 시스템 구성요소와 통신하기 위해, 가령, 설정점과 같은 제어 정보를 생성할 때, 최적화를 수행하기 위한 최적화기(62)를 포함한다. 수학 함수로 설명되는 입력값과 출력값 사이의 변환을 고려하면, 최적화는 허용된 세트 내에서 입력값을 시스템적으로 선택하고, 함수의 출력을 계산하고, 프로세스 동안에 발견된 최상의 출력값을 기록함에 의해, 한 세트의 사용 가능한 대안으로부터 최상의 솔루션을 생성하고 선택하는 것과 관련된다. 최적화기(62)는 가령, Matlab, Simulink, 또는 Labview으로 생성될 수 있고, 마스터 제어기(52)에 의해 실행될 수 있다.
- [0110] 시스템(10)의 다른 구성요소와 통신하기 위해, 제어 존(28), 팬(20), 퍼니스(20), 기계적 교반/힘 디바이스 및 전기장 및/또는 자기장을 생성하기 위한 디바이스(들)을 포함하는 임의의 시스템 구성요소는, 필요한 대로, 임의의 편리한 종래의 유선 및/또는 무선 통신 디바이스에 제공된다. 제어 존(28), 팬(20), 퍼니스, 기계적 교반/힘 디바이스 및 전기장 및/또는 자기장을 생성하기 위한 디바이스(들)을 포함하는 시스템 구성요소는, 제어 시스템(14)으로부터 수신된 신호에 응답하여, 이하에서 좀더 자세히 기술되는 바와 같이, 하나 이상의 대응되는 동작을 수행하고, 그리고/또는 하나 이상의 동작의 이들의 성능을 수정한다.
- [0111] 전형적으로, 제어 시스템(14)은, 제어 존(28), 팬(20), 퍼니스(22), 기계적 교반/힘 디바이스 및 전기장 및/또는 자기장을 생성하기 위한 디바이스(들)을 포함하는 임의의 하나 이상의 다른 시스템 구성요소에 각각의 시스템 구성요소의 동작과 연결된 원하는 값인 하나 이상의 파라미터를 각각 나타내는 하나 이상의 설정점을 제공한다. 예를 들어, 파라미터는 유체 특징인, 흐름 밸런스, 흐름 속도, 온도, 화학 조성, 압력과 관련될 수 있거나, 교반이나 다른 기계적, 전기적 또는 자기적 힘 및/또는 팬 속도 또는 퍼니스 온도와 관련될 수 있다. 설정점은 테스트 설정으로부터 획득되거나 도출될 수 있고, 그리고/또는 제어 존(28), 팬(20), 퍼니스(22), 기계적 교반/힘 디바이스 및 전기장 및/또는 자기장을 생성하기 위한 디바이스(들)을 포함하는 임의의 하나 이상의 다른 시스템 구성요소로부터 수신된 피드백 신호에 기초하여 제어 시스템(14)에 의해 계산될 수 있다. 또한, 마스터 시스템 제어기는 PUT에 대한 환경 테스트 조건(가령, PUT에 대한 주변 온도(서브 체로 응용에 포함)), 고도, 습도 및 흐름 속도 등)를 제어할 수 있지만, 이들 시스템은 대안적으로, 로컬 제어기로 독립적으로 제어될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 상기 내용은 적용 가능한 대로, 주요 제어기(54A) 및 존 제어기(54B)와 함께, 마스터 시스템 제어기(52)에 의해 실행된다.
- [0112] 바람직한 실시예에서, 마스터 시스템 제어기(52)는 실시간 재구성가능한 제어 및 모니터링 시스템이라고 할 수 있고, 바람직하게 고속 제어를 위한 맞춤형 하드웨어가 있는 사용자-프로그램 가능한 FPGA, 인라인 데이터 프로세싱 및 복합 타이밍 및 트리거링 제어 설비를 포함할 수 있다.
- [0113] 바람직한 실시예의 전형적인 동작에서, 마스터 시스템 제어기(52)는 서버-제어기(54)를 포함하여, 시스템(10)의 개관을 얻는다. 마스터 제어기(52)는, 그것이 모니터링하는 상기 또는 각각의 파라미터에 대한 각각의 설정점을 각각의 존 제어기(54B) 및 주요 제어기(54A)에 제공하고, 바람직하게는, 필요에 따라 설정점을 변경할 수 있는 존 제어기(54B) 및 주요 제어기(54B)로부터 피드백 신호도 수신한다. 바람직하게는, 피드백 신호에 응답하는 설정점의 계산은 모델링 소프트웨어(60)에 의해, 선택적으로 적용 가능한 대로 테스트 설정과 함께 수행된다. 주요 및 존 제어기(54A, 54B)는 각각의 시스템 구성요소(가령, 퍼니스(22), 팬(22) 또는 제어 존(28))의 동작을 모니터링함에 의해, 각각의 파라미터(들)를 모니터링하고, 각각의 설정점으로부터의 편차가 관측되면, 제어 액션을 개시할 수 있다. 제어 액션은, 가령, 팬(20)의 속도를 변경하는 것, 퍼니스(22)의 열을 변경하는 것 또는

제어 존(28)에서 시스템 내로 주입되는 유체(들)의 양, 속도 및/또는 조성을 조절하는 것과 같은, 각각의 시스템 구성요소의 동작을 조절하는 것과 관련될 수 있다. 따라서, 각각의 존 제어기(54B)는 각각의 제어 존(36)의 각각의 제어 시스템(36)의 전부 또는 일부를 제공할 수 있고, 각각의 제어 존(28)에 위치되거나 그것으로부터 원격에 위치될 수 있다.

[0114] 바람직한 실시예에서, 시스템(10)은 연속적으로 모니터링하고, 필요한 대로, 재순환 유체 회로(들)(16) 내에서 흐르는 유체의 하나 이상의 특징, 바람직하게는 유체의 화학 조성을 포함하는 특징을 제어한다. 이는, 특히 제어 존(28) 내의 공급 가스(또는 다른 유체)의 통합된 제어에 의해, 그리고, 유체(전형적으로 가스)의 화학 반응(일차 및 이차) 및 전형적으로 하나 이상의 제어 존(28)에서의 유체 회로(들) 내의 하나 이상의 위치에서의 유체 온도와 흐름 속도의 제어에 의해 달성된다. 바람직한 실시예에서, 시스템(10)은 고속 흐름과 고온 조건하에서, 화학 반응을 분리, 대응 및 제어할 수 있다.

[0115] 바람직한 실시예에서, 각각의 제어 존(28)은 다음의 시스템 파라미터의 임의의 하나 이상을 모니터링하고 제어하도록 작동 가능한데, 이는, 유체 흐름 속도, 유체 흐름 밸런스, 각각의 유체 회로(들)(16) 내로 공급 유체의 전달, 유체 조성(가령, 하나 이상의 각각의 주입점에 주입되는 유체의 및/또는 각각의 제어 존에서 유체 회로 내에서 흐르는 유체의)과, 유체 온도(가령, 하나 이상의 각각의 주입점에 주입되는 유체의 및/또는 각각의 제어 존에서 유체 회로 내에서 흐르는 유체의)와, 유체 흐름 및 혼합물 분포이다.

[0116] 테스트 존(18)을 통해 흐르는 유체의 (및 유체 회로들 간의 흐름 밸런스의) 시스템 흐름 속도의 제어는, (i) 바람직하게는 인버터 제어에 의한 펌핑 수단(20)(가령, 팬 블로워/공기 이동 어셈블리(들))의 제어, (ii) 복수의 저장소(24A, 24B) 및/또는 유체 회로(16A, 16B)로부터의 유체 흐름의 결합 및 (iii) 밸브(15)의 제어(가령, 완전히 개방 상태와 완전히 닫힌 상태 또는 다양한 양만큼 유체 흐름을 제한하는 하나 이상의 부분적 개방 상태) 중 임의의 하나 이상에 의해 달성될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 팬(20) 또는 다른 펌핑 수단의 제어는 각각의 주요 제어기(54A)에 의해 수행된다. 하나 이상의 제어 존(28)은, 흐름 제어 방법(ii) 및 (iii)이 실행됨에 의해 하나 이상의 밸브(15)를 포함할 수 있거나, 아니면 제어할 수 있다.

[0117] 흐름 밸런스에 관하여, 테스트 동안에, 서로 다른 테스트 존(18)에 위치한 복수의 테스트 샘플(PUT)에 걸쳐 실질적으로 동일한 유체 흐름(가령, 흐름 속도, 압력 및/또는 조성의 면에서)을 생성하는 것이 바람직할 수 있다. 이것을 달성하는 것은, 두 개 이상의 각각의 유체 회로(16)를 선택적으로 연결하거나 분리시키거나, 및/또는 둘 이상의 각각의 유체 회로(16) 사이의 유체의 흐름을 조절 가능하게 제한하도록 작동 가능한 하나 이상의 밸브(15)의 제어와 조절과 관련된다(가령, 회전 제어 밸브의 각도를 제어하여 배압을, 그래서 각각의 회로의 흐름 속도를 제어함). 바람직하게는, 밸브(15)는 회전 제어 밸브이다. 편의상, 하나 이상의 제어 존(28)은 흐름 밸런스 제어를 위해, 하나 이상의 각각의 밸브(15)의 동작을 제어한다. 흐름 밸런스의 제어는 또한, 반응기(특히 유체 회로의) 설계에서의 대칭성의 사용 및 필요하면, 배압을 밸런스하기 위한 흐름 억제기의 사용에 의해 보조될 수 있다.

[0118] 유체 회로(들)(16)에 유체(들)의 공급을, 특히 전달되는 유체의 양과 전달의 타이밍을 정확하게 제어할 수 있는 것이 바람직하다. 이를 위해, 하나 이상의 제어 존(28)은 하나 이상의 유체 주입기(30)를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 유체 주입기(30)는 질량 흐름 제어기(MFC)를 포함하여, 솔레노이드 밸브일 수 있는 밸브(29)와 함께 유체 전달의 빠르고 정확한 제어를 가능하게 할 수 있다. 그러므로, 바람직한 유체 주입기(30)는 비교적 고속으로 각각의 유체 회로(들)(16) 내로 유체를 전달할 수 있어서, 임의의 추가적인 유체(들)가 시간에 대한 임의의 원하는 전달 프로필을 가진 시스템으로 주입될 수 있도록 한다. 바람직하게는, MFC는 제어 존(28), 따라서 제어 시스템(14)이 시스템(10)으로 실제로 전달되는 유체 프로필을 결정, 특히 측정할 수 있고, 이는 제어 시스템(14)에 의해 실행된 피드백 제어에서의 오차를 교정하기 위해 결정하고 행동하는 것을 가능하게 한다.

[0119] 제어 존(28) 또는 유체 회로(들) 내의 어딘가의 개개의 가스 조성 농도는 임의의 하나 이상의 다음 방법으로 조작될 수 있다.

[0120] A. 각각의 유체 주입기(들)(30)를 사용하기. 이는 바람직하게, 시간에 걸쳐 제어된 전달 프로필로, 유체를 각각의 유체 회로(들)(16)에, 일반적으로 각각의 제어 존(28)의 위치에 추가될 수 있도록 한다. 이는 질량 흐름 제어기의 바람직한 사용에 의해 가능하게 된다. 바람직한 실시예에서, 이러한 방식의 유체(들)의 주입은, 알려진 고정된 부피의 폐쇄된 시스템, 즉, 각각의 유체 회로(들)(16) 내로 캘리브레이션되고 알려진 가스 농도의 주입과 관련된다. 회로(들)의 구성이 변하면, 부피는 변할 수 있지만, 재구성들 사이의 임의의 주어진 기간에 대해 알려진 것으로 간주될 수 있다. 임의의 주어진 유체 주입기(30)에 의해 주입되는 유체는 순수한 가스나 액체 또는 둘 이상의 가스나 액체의 혼합물일 수 있고, 임의의 주어진 제어 존(28)은 하나 이상의 이러한 유체 주입기

(30)의 제어를 가질 수 있다는 것에 주목한다.

- [0121] B. 정확하게 시간 맞춘 분리/바이패스, 저장소 및/또는 방출은 유체 조성 및/또는 농도를 제어하기 위한 또 다른 중요한 방법이다. 예를 들어, 바람직하지 않은 양이 있거나, 회로 내에 가스 혼합물의 '패키지'가 존재한다면, 시스템은 다음 테크닉의 임의의 하나 이상에 의해 테스트 샘플에 도달하지 못한다는 것을 보장할 수 있는데, 1. 분리/바이패스 - 이는 하나 이상의 관련 밸브를 제어함에 의해 우회시키는 것, 샘플을 또 다른 파이프(이러한 목적으로 바이패스 파이프를 도시는 도 5를 참조)로 내려 보내서, 샘플을 패키지에서 꺼내는 것 및 희석을 위한 저장소로 또는 중성화를 위해 또 다른 제어 존으로 가능하면 다시 보내는 것과 관련된다. 2. 저장소 - 저장소가 프로세스로 호출될 수 있을 때까지, 저장소 내의 가스/유체의 바람직하지 않은 패키지를 저장함에 의해 함. 3. 방출 - 이는 마스터 제어기에 의해 제어되는 하나 이상의 밸브의 사용에 의해, 회로에서 방출구까지 정확하게 방출함에 의해 가스 혼합물의 바람직하지 않은 패키지의 배출과 관련된다(반응기 내의 낮은 압력점을 생성함에 의해 전형적으로 달성되는 방출임). 확산을 막기 위해 낮은 단면적을 가진 파이프워크(pipework)를 통해, 가스의 패키지가 이동하도록 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 시스템 촉매(이는, 필요한 대로, 적절한 제어 존 내에 제공될 수 있거나, 유체 회로 내의 다른 곳에 포함될 수 있음) 내에서 또는 다른 중성화 제어 존에서, 중성화가 좀 더 제어된 방식으로 일어날 수도 있다. 방출을 돕기 위해, 단방향 밸브가 사용되어서, 흐름이 하나의 방향으로만 가도록 보장하고, '흐름 없음' 상황에서 시스템 주변의 압력 구배를 제어하는 수단을 제공한다.
- [0122] C. 화학 반응을 야기하거나 및/또는 제어하여, 유체 회로(들)(16) 내에서 새로운 유체(들), 특히 가스(들)을 생성하는 것. 유체, 특히 가스의 양은, 하나 이상의 시스템 촉매를 제공, 하나 이상의 자발적 화학 반응을 야기, 반응물의 표면적이나 유체 농도의 제어된 증가, 하나 이상의 효소 제공, 온도 조작, 압력 조작, 전자기선의 제공, UV광의 제공을 포함하는, 임의의 하나 이상을 포함하는 임의의 종래의 방법을 사용하여, 유체 회로(들)(16) 내의 하나 이상의 위치에서의 원하는 농도로 생성될 수 있다. 임의의 하나 이상의 이들 방법은 가령, 하나 이상의 제어 존(28)에서 유체 회로(들)(16) 내의 임의의 하나 이상의 위치에서 실행될 수 있다. 본 방법을 실행하기 위한 임의의 필요한 디바이스(가령, UV 광 소스 또는 다른 EM 선 소스, 히터, 압력 디바이스)는 유체 회로(들)(16) 내의 임의의 하나 이상의 적절한 위치, 가령, 하나 이상의 제어 존(28)의 일부로서 제공될 수 있고, 제어 존(28)의 일부로서 제어 시스템(14)에 의해 제어될 수 있다. 상기 방법의 일부는, 원하는 위치와 원하는 전달 프로파일(양과 타이밍)로, 유체 회로(들)(16) 내로 하나 이상의 유체, 가령 적절한 반응물을 주입함에 의해 실행될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0123] D. 유체 회로(들)(16) 내의 원치않은 양의 가스(또는 다른 유체) 혼합물의 중성화. 이는 유체 회로(들) 내의 하나 이상의 위치, 가령, 하나 이상의 제어 존(28)에 하나 이상의 시스템 촉매를 제공하는 것과, 하나 이상의 유체 주입기(30)가 원하는 전달 프로파일(양과 타이밍)로 관련 주입점에 하나 이상의 적절한 중성화 반응물을 주입하도록 야기하는 것과 관련될 수 있다.
- [0124] E. 확산이나 유체역학적 수단에 의해, 가스/유체 농도를 감소 또는 제거하기 위해, 유체 회로(들)(16) 내의 하나 이상의 유체 필터, 가령, 멤브레인 필터의 제공.
- [0125] 제어 존(28) 내의 온도는 임의의 하나 이상의 다음 방법으로 제어될 수 있는데, 이는 (i) 특히, 퍼니스(들)에 의해 전달되는 파워의 정확하고 안정한 제어에 의한, 상기 또는 각각의 퍼니스(22)(또는 다른 전력)의 동작을 제어하는 것. 각각의 퍼니스는 원하는 온도를 생성하기 위해 상이하게 설정될 수 있다. (ii) 온도에 영향을 주는 발열 반응이나 흡열 반응을 촉진하기 위해, 가스/유체 농도 및/또는 혼합을 제어하는 것. 이는 각각의 유체 주입기(들)(30)을 사용하여 달성될 수 있다. (iii) 하나 이상의 보조 가열 또는 냉각 디바이스의 제공 및/또는 낭비 열 복구 방법의 실행이다.
- [0126] 흐름 및 혼합 분포를 위해, 유체가 동시에 흐르는, 메쉬, 래티스 또는 그릴을 포함하는 복수의 어퍼처(aperture)를 가진 흡입구(미도시)를 통해, 유체 회로(들)(16) 내로 유체, 특히 가스를 전달하는 것이 바람직하다. 어퍼처의 크기와 간격은, 유체 회로 내에 이미 존재하는 유체와 주입되는 유체의 혼합 및 분포에 영향을 주는데, 이는 결국, 유체가 주입되면 발생할 수 있는 임의의 화학 반응에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 비교적 고밀도인 비교적 작은 어퍼처는 주요 유체 흐름과 비교적 높은 균일한 혼합을 야기하는 비교적 미세한 유체 주입을 촉진한다. 이는, 유체 주입점이나 그 부근에서 국부화된 화학 반응을 생성하고 권장할 때, 바람직하다. 그와 반대로, 비교적 저밀도의 어퍼처는 화학 반응을 감소시키고 지연시킨다. 그러므로, (가령, 임의의 제어 존(28)의 유체 주입기(들)(30)의) 임의의 유체 주입점에서, 흡입 어퍼처의 크기와 간격은 원하는 혼합 특징을 전달하기 위해 선택될 수 있다. 그러므로, 선택된 어퍼처 크기와 간격은 주입점마다 상이할 수 있다. 편의상, 어

퍼처 흡입구는, 도관의 일부로서, 또는 관련된 제어 존이나 유체 회로의 다른 부분이 형성되는 다른 구조물의 일부로서 제공될 수 있다. 유체 주입기(30)는, 유체가 유체 회로의 각각의 부분 또는 각각의 제어 존에서, 주요 유체 흐름에 실질적으로 수직하게 주입되도록 배치될 수 있다. 주입 각도는 반응의 속도를 촉진하거나 막기 위해 변경될 수 있다.

[0127] 제어 존(28)에서 실시되는 제어 대책은 테스트 존(18)에서의 환경 조건에 영향을 가진다는 것은 명백할 것이다.

[0128] 도 2에서, 제어 존(28)은 분석 A, 제어 C, 시스템 모델 P, 최적화기 O 요소로 도시된다. 이들은, 제어 존(28)에 대한 (MPC 실시예에 대하여) 제어 시스템(14)으로 수행되는 분석, 모델링, 최적화 및 제어를 나타내고, 제어 존 자체의 구성요소를 반드시 나타낼 필요는 없다.

[0129] 선택적으로, 하나 이상의 주요 유체 회로(16)는 PUT(들)를 테스트 조건에 처하도록 하기 위해 제공될 수 있고, 하나 이상의 이차적인 유체 흐름 회로(미도시)는 주요 유체 회로(들)의 동작을 지원하기 위해 제공될 수 있다. 이차적인 회로(들)는 가령, 1. 주요 회로(들)에서 오염물의 분리 또는 세척, 2. 주요 회로(들)에 대한 반응 가스/유체 생성, 3. 알려진 가스 농도의 이차적인 반응 가스 생성(가령, 저장소나 파이프워크 내에 저장될 수 있고, 필요할 때, 제어 시스템에 의해 주요 회로(들)로 전달됨) 중 임의의 하나 이상을 위해 사용될 수 있다. 하나 이상의 밸브(미도시)가 제어 시스템(14)의 제어하에서, 필요할 때, 이차적인 회로와 주요 회로의 연결과 분리를 위해 제공될 수 있다.

[0130] 선택적으로, 고체, 액체 또는 가스 형태일 수 있는 가령, 독약과 같은 하나 이상의 오염물이 제어 시스템(14)의 제어하에서 유체 회로(들)(16)에 추가될 수 있다. 오염물은 회로(들) 내의 임의의 원하는 위치, 편의상 제어 존(28)이나 테스트 존(18)에, 추가될 수 있다. 유체 주입기(30) 또는 다른 주입 디바이스는 이러한 목적으로 사용될 수 있다. 오염물이 고체라면, 용매로 용해될 수 있고, 필요하면, 테스트 존(18)이나 다른 회로 위치로 들어가기 전에, 증발될 수 있다.

[0131] 본 발명은, 매우 에너지 효율적이고 반복 가능한 방식으로 높은 온도, 대량 흐름 및 가변하는 화학 조성 제어된 조건을 재현하는 테스트 장비로 구현될 수 있다는 것은 상기 내용으로부터 명백할 것이다. 바람직한 시스템은 실시간 시스템 데이터를 측정하고 기록하여, 조건과 테스트 샘플 응답의 정확한 기록을 보장할 수 있다. 본 발명을 구현하는 시스템은 하나 이상의 다음 응용예를 위해 사용될 수 있는데, 이는, 비교적인 제품 평가를 위한 실제 세상 시뮬레이션, 높은 온도와 높은 흐름 성분의 사용 수명 결정, 재료, 성분, 윤활유 및 연료에 대한 개발 툴로서, 내구성/연식 툴로서, 시간이 지남에 따라 높은 온도에서 재료, 화합물, 제품 코팅물의 행동에 대한 이해도를 높이기 위한 실험 툴로서, 테스트 샘플/시스템 성능을 특징 짓는 알고리즘과 모델을 개발하고 증명하기 위한 시뮬레이션 툴이다.

[0132] 전형적인 실시예에서, 가장 복잡한 제어 존(28)은 테스트 존(들)(18) 이전, 즉, 바로 업스트림에 있는 것이다. 전형적으로, 이들 제어 존(28)은 복수의 유체 흡입구 및 복수의 측정 위치 및/또는 측정 센서(34)를 가진다.

[0133] 바람직한 실시예에서, 각각의 제어 존(28)이 각각의 테스트 존(18)의 업스트림에, 바람직하게는 바로 업스트림에 제공된다. 각각의 제어 존(28)은 각각의 퍼니스(22)의 출구에, 즉, 다운스트림, 바람직하게는 바로 다운스트림에 제공된다. 선택적으로, 도시된 실시예에 대하여, 제어 존(28)은 퍼니스와 테스트 존(18) 사이에 제공되어서, 테스트 존(18)의 업스트림, 바람직하게는 바로 업스트림이고, 퍼니스의 다운스트림, 바람직하게는 바로 다운스트림에 있도록 한다.

[0134] 바람직한 실시예에서, 각각의 제어 존(28)은 각각의 열 교환기의 업스트림, 바람직하게는 바로 업스트림에 제공된다.

[0135] 바람직하게는, 각각의 제어 존(28)은 각각의 저장소(24)와 각각의 퍼니스(22)로의 흡입구 사이에, 즉, 저장소의 다운스트림과 퍼니스의 업스트림에 제공된다.

[0136] 실제로, 제어 존의 개수와 위치는 시스템에 의해 수행될 테스트에 의존한다. 그러므로, 도 1에 도시된 것보다 더 많거나 더 적을 수 있다. 가령, 화학 반응을 촉진하기 위해 또는 시스템 내의 또 다른 위치에서 특정 테스트 조건을 달성하기 위해, 위치가 제어 존의 목적에 의존할 수 있음에도 불구하고, 제어 존은 유체 회로(들) 내의 어디에든 위치될 수 있다.

[0137] 전형적으로, 회로(들)(16) 내로 유체를 주입하기 위해 구비된 제어 존은 퍼니스(22)의 이전(즉, 흡입구), 퍼니스 이후(즉, 배출구) 또는 열 교환기 이전(가령, 흡입구)에 위치된다(또는 적어도 이들 유체 주입기(들)가 위치됨).

- [0138] 도 1에 도시된 실시예에서, 제어 존(1, 2, 6 및 7)은 각각, 유체 흐름 속도, 유체 흐름 밸런스, 각각의 유체 회로(들)(16) 내로의 공급 유체의 전달과, (가령, 하나 이상의 각각의 주입점에 주입되는 유체 및/또는 각각의 제어 존에 유체 회로에서 흐르는 유체의) 유체 조성과, (가령, 하나 이상의 각각의 주입점에 주입되는 유체 및/또는 각각의 제어 존에 유체 회로에서 흐르는 유체의) 유체 온도와, 유체 흐름 및 혼합 분포에 대한 모니터링 기능과 제어 기능 모두를 수행하기 위해 구비될 수 있다. 그러나, 이들 제어 존은 반드시 시스템(10)에서의 동일한 기능을 수행하는 것은 아니다. 예를 들어, 제어 존(1 및 2)은 제어 시스템(14)에 의해 사용되어서, 각각의 테스트 존(18) 내의 특정 테스트 조건을 달성할 수 있는 반면, 제어 존(6 및 7)은 유체 회로 내의 유체를 조절 또는 세척하는데 사용될 수 있다. 또한, 제어 존(3)은 유체 조절/세척 기능을 수행하기 위해 마찬가지로 구비되고 사용될 수 있다. 제어 존(4)은 오직 유체 확인 기능을 수행하는데 사용될 수 있어서, 유체 흐름 밸런스와 온도를 모니터링(및 선택적으로 제어)하기 위해 구비된다. 제어 존(5)은 유체 흐름 밸런스, 흐름 속도 및 온도를 모니터링(및 선택적으로 제어)하기 위해 사용되고 구비될 수 있다.
- [0139] 이미 기술된 제어 시스템(14)의 구성요소에 추가하여, 가령, 독립적인 밸브, 제어 디바이스 또는 작동기와 같은 어떤 시스템 구성요소는 그들의 동작을 제어하기 위한 그들 자체 제어기(가령, 프로세서)를 가질 수 있다는 것에 주목한다. 이것의 구체적인 예시는 액체와 가스의 주입을 측정하고 제어하는데 바람직하게 사용되는 MFC일 것이다.
- [0140] 바람직한 실시예에서, 각각의 제어 존(28)은 마스터 제어기(52)에 의해 결정된 각각의 설정점에 따라 하나 이상의 각각의 유체 특징을 제어하기 위해 동작한다는 것은 상기 내용으로부터 명백할 것이다. 마스터 제어기(52)는 모든 제어 존(28)의 성능을 모니터링하고, 그러므로, 전체 시스템 행동을 분석할 수 있어서, 제어 존(28)으로부터 수신된 피드백 신호 제시에 기초하여, 바람직하게는, 시스템(10)의 미래의 행동을 예측함에 의해, 통합된 방식으로 각각의 제어 존에 대한 제어 액션을 결정할 수 있도록 한다. 바람직하게는, 마스터 제어기(52)는 임의의 주어진 시간에 시스템(10)의 복수의 위치에서의 조건을 예상하고 예측하기 위한 능력을 가져서, 설정점을 조절함에 의해, 그리고, 각각의 제어 존(28)이 협력적인 방식으로 각각의 제어 액션을 실행하도록 야기하여, 즉, 유체 회로(들)(16)에서 원하는 위치(들)에 원하는 시간(들)에 원하는 제어 액션을 발생시키도록 한다. 제어 시스템(14)은, 유체가 유체 회로(들)(16) 주위에 움직임에 따라, 제어 액션과 교정을 연속적으로 수행할 수 있다. 원하는 유체 혼합, 흐름 속도 및 온도의 스펙은, 테스트 설정 및/또는 제어 존(28)으로부터 수신된 피드백에 응답하여, 마스터 제어기(52)에 의해 결정된 대로 각각의 제어 존에서 시간이 지남에 따라 변할 수 있다.
- [0141] 도 3은 마스터 제어기(52)와 제어 존(1 및 3) 사이의 상호작용의 예시를 나타내는데, 예를 들어, 제어 존(1 및 3)은 각각의 MFC를 포함하여, 유체 회로(16A) 내로 유체의 주입을 제어하고, 설정점에 따라 유체의 명시된 양을 주입하는 것이 바람직하다고 가정한다. 301에서, 설정점은 테스트 설정에 기초하여 마스터 제어기(52)에 의해 계산되고, 제어 존(1), 특히 관련 유체 주입기(30)의 MFC로 통신된다. 302에서, 설정점에 도달하고 고속으로 안정화하려고 함에 의해, MFC는 설정점을 수신하고, 명시된 주입을 실행하려고 한다. 303에서, MFC는 실제의 유체 전달을 측정하고, 이 정보를 마스터 제어기(52)로 다시 공급한다. 304에서, 마스터 제어기(52)는 설정점과 실제 전달 간의 오차를 측정하고, 제어 존(1)의 MFC 및 가능하면 하나 이상의 다른 제어 존, 가령 제어 존(3)의 MFC에 대한 복수의 데이터 점에 기초하여, 새로운 설정점을 계산하고, 관련 설정점을 협력적인 실행을 위해 각각의 제어 존으로 전송한다. 305에서, 제어 존(1)의 MFC는 테스트 존(18A) 내의 테스트 샘플 내의 기본 화학 반응을 개시하는 것일 수 있는 동안, 제어 존(3)의 MFC는 이차 반응을 촉진함에 의해, 그 반응의 생성물에 대응하는 것 및/또는 이들을 중성화하는 것에 작용하는 것일 수 있다. 306에서, 오차는 최소화되어, 제어 존(3)에 있는 알려진 세트의 농도를 남긴다.
- [0142] 도 4는 마스터 제어기(52)와 팬(20) 및 회전 제어 밸브 사이의 상호작용의 예시를 나타낸다. 401에서, (팬 속도에 대한) 각각의 설정점은 테스트 설정에 기초하여 마스터 제어기(52)에 의해 계산되고, 팬(20)으로 통신된다. 402에서, 팬(20)은 이들의 실제 속도를 마스터 제어기(52)로 다시 공급한다. 또한, 마스터 제어기(52)는 제어 존(5)으로부터 흐름 속도 정보를 수신한다. 403에서, 마스터 제어기(52)는 하나 이상의 다른 제어 존(28)에서, 유체 회로(들)(16) 내로의 유체의 흐름 속도에 대한 정보를 수신할 수 있다. 404에서, 흐름 속도 오차를 측정하고, 피드백 정보에 기초하여 팬(20)에 대한 새로운 설정점을 계산한다. 405에서, 마스터 제어기(52)는 새로운 설정점을 팬(22)으로 전송하여 관련 제어 존(들)에서 원하는 흐름 속도를 생성한다.
- [0143] 테스트를 수행할 때, 테스트 존의 적어도 하나의 업스트림 위치(즉, 테스트 존의 흡입구나 그 이전, 가령, 전형적이 실시예에서 저장소와 테스트 존 사이의 위치)에 유체에 대한 한 세트의 알려진 기본 조건을 형성하는 것이 바람직하고, 기본 조건은 전형적으로, 유체의 조성, 온도 및 흐름 속도에 의해 정의된다. 기본 조건이 형성되면, 조성, 온도 및 흐름 속도의 하나 이상의 파라미터는 테스트 사양에 따라, 가령, 하나 이상의 가스(일

반적으로 탄화수소 가스)의 알려진 양의 주입에 의해, (테스트 존의 업스트림 위치에서 다시) 조절될 수 있어서, 테스트 존의 아이템은 테스트 사양에서 규정된 테스트 조건(일반적으로 테스트 존 내의 유체 조성, 온도 및 흐름 속도를 정의하는)에 처하게 된다. 테스트 존에 있는 유체의 대응 조건은 정의 파라미터 중 적어도 하나에 대한 기본 조건과 상이한 경향이 있는데, 이는, 테스트 사양에 따라 이루어진 임의의 조절치뿐만 아니라, 때때로, (수행되는 테스트 및 테스트되는 아이টে에 의존하는) 테스트 존에서 발생할 수 있는 기계적 및/또는 화학적 프로세스의 결과 때문이다. 효율성의 이유로, 유체 출구 스트림의 적어도 일부에서 재순환되는 것이 바람직하고, 그래서, 관련 업스트림 위치(들)에서 원하는 기본 조건을 재형성하기 위해(또는 테스트 사양에 의해 요구되는 대로 원하는 기본 조건의 상이한 세트를 형성하기 위해), 요구되는 대로, 유체 출구 스트림의 조성, 온도 및/또는 흐름 속도 중 하나 이상을 조절하는 것이 필요하다. 이는, 수행되는 상기 또는 각각의 테스트가 정확하고 반복 가능하게 할 수 있다. 기본 조건을 형성하고 재형성하는 것은 도 1 내지 4를 참조로 상기 기술된 테크닉과 장비 중 임의의 하나 이상을 사용하여 제어기(52)에 의해 수행될 수 있다.

[0144] 어떤 테스트를 위해, 테스트 사양에 의해 규정된 하나 이상의 유체 파라미터 값은 테스트 동안에, 또는 연속적인 테스트들 간에 및/또는 동일한 테스트의 연속적인 사이클들 간에 비교적 빠르게 변할 수 있다. 이러한 일시적 유체 조건을 신뢰성있고 정확하게 생성하기 위해, 원하는 기본 조건을 매우 빠르게 형성하거나 재형성할 필요가 있다. 이를 달성하기 위한 바람직한 테크닉이 이제 도 5를 참조하여 기술되고, 이는 본 발명을 구현하는 테스트 시스템을 일반적으로 110으로 표시되어 나타낸다.

[0145] 테스트 시스템(110)은 도 1의 시스템(10)과 유사하고, 유사한 숫자는 유사한 부분을 표시하는데 사용되며, 다른 표시가 없다면, 당업자에게 명백한 바와 같이, 동일하거나 유사한 설명이 적용된다. 테스트 시스템(110)은 반응기(112), 반응기(112)의 동작을 제어하기 위한 제어 시스템(미도시), 유체 회로(116), 테스트 존(118), 펌핑 수단(120)(전형적으로 하나 이상의 팬), 가열 수단(122)(전형적으로 퍼니스), 저장소(124) 및 복수의 제어 존(128)을 포함한다. 시스템(10)의 임의의 특징부는 시스템(110)에 포함될 수 있고, 그 역도 가능하다는 것이 이해될 것이다.

[0146] 반응기(112)는, 배출구(170)를 개방하거나 폐쇄하도록 작동 가능한 밸브(172)에 의해 유체 회로(116)에 연결되는 가령, 방출구를 포함하는 유체 배출구(170)를 포함한다. 배출구(170)가 개방될 때, 회로(116)로부터의 유체는 배출구(170), 전형적으로 배출에 의해 회로(116)를 떠난다. 전형적으로, 회로(116)와 개방 배출구 사이의 차동 압력은, 유체의 제거를 보조하기 위해 선택적으로 펌프가 제공될 수 있음에도 불구하고, 유체가 회로(116)로부터 배출되도록 야기하는데 충분하다. 바람직하게는, 밸브(172)는 완전 개방 상태와 완전 폐쇄 상태뿐만 아니라, 유체가 배출구(170)를 통해 회로(116)를 떠날 수 있는 속도를 제어하기 위해, 하나 이상의 부분적인 개방 상태를 채용하도록 작동 가능하다. 바람직한 실시예에서, 배출구(170)는 테스트 존(118)의 다운스트림에, 바람직하게는 테스트 존(118)의 배출구에 위치된다. 대안적인 실시예(미도시)에서, 하나보다 많은 배출구 및 제어 밸브가 회로(116) 주위에 임의의 원하는 위치(들)에 제공될 수 있다. 배출구(170)는 원하는 대로, 주변 환경으로 또는 탱크(미도시)로 유체를 방출할 수 있다. 편의상, 밸브(172)는 제어 존(128A)에 포함된다. 이하에서 좀더 자세히 기술되는 바와 같이, 밸브(172)는, 테스트 사양을 실행하기 위해 제어 시스템의 모든 제어하에서, 회로(116) 주위에서 재순환되는 테스트 존(118)으로부터 출구 스트림의 부분을 제어하고, 그리고/또는 원하는 시간(들)에, 유체의 양이 회로(116)로부터 제거되도록 작동될 수 있다. 특히, 밸브(172)는 테스트 동안에, 및/또는 발생하는 재순환의 양을 조절하고, 그리고/또는 유체의 원치않은 양을 제거하기 위한 연속적인 테스트들 간에 작동될 수 있다. 이는, 원하는 기본 조건으로부터 벗어난 조성, 온도 및/또는 흐름 속도를 가진 회로(116)로부터 유체를 제거하는데 특히 유용하여서, 회로(116) 내의 관련 위치(들)에서 원하는 기본 조건의 형성을 가능하게 한다.

[0147] 유체의 온도를 제어하는 것은 퍼니스(122)의 동작을 제어함에 의해 수행될 수 있다. 그러나, 이러한 방식으로 유체의 온도를 조절하는 것은 비교적 느리다. 그러므로, 바람직하게는, 회로(116)는, 개방될 때, 회로(116) 내의 유체의 일부나 전부를 퍼니스에 바이패스하도록 하는 제1 바이패스 회로 부분(174)을 포함한다. 전형적으로, 회로 부분(174)은, 퍼니스(122)(또는 적용 가능한 대로 다른 히터)로 흡입구 이전의 회로(116)에서의 위치(175)와 퍼니스(122)의 배출구 이후의 회로 내의 위치(176) 사이에서 연장된다. 하나 이상의 밸브(178)는 바이패스 회로 부분(174)을 통해 유체의 흐름을 제어하기 위해 제공된다. 밸브(들)는 바람직하게 회로 부분(174)을 개방하도록 작동 가능하여, 회로(116) 내의 유체의 일부나 전부가 퍼니스(122)를 바이패스하도록 하거나, 회로 부분(174)을 폐쇄하여서, 유체가 퍼니스(122)를 바이패스하는 것을 막는다. 바람직하게는, 밸브(178)는 완전 개방 상태와 완전 폐쇄 상태뿐만 아니라, 퍼니스(122)를 바이패스하는 유체의 양을 제어하기 위해, 하나 이상의 부분적인 개방 상태를 채용하도록 작동 가능하다. 전형적으로, 바이패스 회로 부분(174)을 통해 우회되지 않는 임의

의 유체는 퍼니스(122)를 통과한다. 선택적으로, 하나 이상의 밸브(179)는, 가령, 회로(116) 내의 유체의 전부가 퍼니스(122)를 바이패스하는 것이 바람직하다면, 임의의 유체가 퍼니스(122)를 통과하는 것을 막기 위해 제공될 수 있다. 도시된 실시예에서, 밸브(178 및 179)는 설명을 위해 별도로 도시되지만, 이들은 편의상 동일한 밸브일 수 있다. 임의의 이벤트에서, 테스트 사양을 실행하기 위해, 상기 또는 각각의 밸브(178, 179)는 전형적으로 제어 존(28B)의 일부인 제어 시스템에 의해 작동된다. 바이패스 회로 부분(174)을 통해 위치(176)에 도달한 유체는 퍼니스에 의해 가열되지 않아서, 퍼니스(122)를 통해 위치(176)에 도달한 유체에 비해 비교적 차갑다. 그러므로, 제어 시스템은, 바이패스 회로 부분(174)를 통과하는 유체의 양을 제어함에 의해, 위치(176)에서 유체의 온도를 제어(비교적 빠르게)할 수 있다. 이러한 제어는, 요구되면, 퍼니스(122)의 동작을 제어하는 것과 함께 수행될 수 있고, 회로(116) 내의 관련 위치(들)에서 원하는 기본 조건의 형성을 가능하게 한다. 유사한 바이패스 회로 부분은 각각의 퍼니스 또는 시스템 내에 포함된 다른 히터 주위에 제공될 수 있다.

[0148] 유체의 흐름 속도를 제어하는 것은 팬(들)(120)의 동작을 제어함에 의해 수행될 수 있다. 그러나, 이러한 방식으로 유체의 흐름 속도를 조절하는 것은 비교적 느리다. 그러므로, 바람직하게는, 회로(116)는, 개방될 때, 회로(116) 내의 유체의 일부나 전부를 테스트 존(118)에 바이패스하도록 하는 제2 바이패스 회로 부분(180)을 포함한다. 전형적으로, 회로 부분(180)은, 테스트 존(118)으로의 흡입구 이전의 회로(116)에서의 위치(182)와 테스트 존(118)의 배출구 이후의 회로(116) 내의 위치(184) 사이에서 연장된다. 하나 이상의 밸브(186)는 바이패스 회로 부분(180)을 통해 유체의 흐름을 제어하기 위해 제공된다. 밸브(들)는 바람직하게 회로 부분(180)을 개방하도록 작동 가능하여, 회로(116) 내의 유체의 일부나 전부가 테스트 존(118)을 바이패스하도록 하거나, 회로 부분(180)을 폐쇄하여서, 유체가 테스트 존(118)을 바이패스하는 것을 막는다. 바람직하게는, 밸브(186)는 완전 개방 상태와 완전 폐쇄 상태뿐만 아니라, 테스트 존(118)을 바이패스하는 유체의 양을 제어하기 위해, 하나 이상의 부분적인 개방 상태를 채용하도록 작동 가능하다. 전형적으로, 바이패스 회로 부분(180)을 통해 우회되지 않는 임의의 유체는 테스트 존(118)을 통과한다. 선택적으로, 하나 이상의 밸브(188)는, 가령, 회로(116) 내의 유체의 전부가 테스트 존(118)을 바이패스하는 것이 바람직하다면, 임의의 유체가 테스트 존(118)을 통과하는 것을 막기 위해 제공될 수 있다. 도시된 실시예에서, 밸브(186 및 188)는 설명을 위해 별도로 도시되지만, 이들은 편의상 동일한 밸브일 수 있다. 임의의 이벤트에서, 테스트 사양을 실행하기 위해, 상기 또는 각각의 밸브(186, 188)는 전형적으로 제어 존(28C)의 일부인 제어 시스템에 의해 작동된다. 그러므로, 제어 시스템은, 바이패스 회로 부분(180)을 통과하는 유체의 양을 제어함에 의해, 테스트 존(118)에서 유체의 흐름 속도를 제어(비교적 빠르게)할 수 있다. 이러한 제어는, 요구되면, 팬(들)의 동작을 제어하는 것과 함께 수행될 수 있고, 회로(116) 내의 관련 위치(들)에서 원하는 기본 조건의 형성을 가능하게 한다. 유사한 바이패스 회로 부분은 시스템 내의 임의의 다른 테스트 존(들) 주위에 및/또는 팬(들)(120)이나 다른 펌핑 디바이스 주위에 제공될 수 있다.

[0149] 회로(116) 내의 유체는 전형적으로, 테스트 사양에 따라 하나 이상의 다른 유체가 추가되는 베이스 유체를 포함한다. 도 5에서 도시된 바와 같이, 전형적으로 하나 이상의 탄화수소 가스 및/또는 적어도 하나의 산소-함유 가스를 포함하는 추가된 유체(들)는, 테스트 존(118)으로의 흡입구에서 요구되는 테스트 조건을 생성하기 위해, 테스트 존(118)의 흡입구에 추가될 수 있다. 제어 존(128D)은 이러한 목적을 위해 테스트 존(118)의 흡입구에 제공된다. 베이스 유체는, 시스템으로 및 하나 이상의 위치에서 회로(116) 내로 추가될 수 있는 하나 이상의 벌크 유체를 포함한다. 전형적으로, 벌크 유체(들)의 적어도 일부는, 하나 이상의 밸브(미도시)를 사용하여, 전형적으로 제어 시스템의 제어하에서, 회로(116) 내로 도입될 수 있는 저장소(124)에 추가된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 벌크 유체(들)의 적어도 일부는, 하나 이상의 다른 위치, 가령 제어 존(128E) 및/또는 팬(들)(120)의 출력부에서 회로(116) 내로 주입될 수 있다. 임의의 적절한 유체 주입 디바이스(미도시)는 저장소 또는 회로(116) 내의 다른 위치로 유체를 공급하기 위해 사용될 수 있다.

[0150] 회로(116) 내의 기본 조건을 형성하는데 도움을 주기 위해, 임의의 하나 이상의 사용 가능한 벌크 유체의 양은 회로(116) 내로 도입되어서 회로(116) 내의 유체를 희석할 수 있다. 이러한 희석은 유체 조성을 조절하는데 특히 유용한데, 가령, 유체에 존재할 수 있으나, 회로(116) 내의 유체의 온도 및/또는 흐름 속도에 영향도 줄 수 있는 원치않은 유체 농도(원하는 기본 조건과 비교하여)의 양을 감소시키는 것이다.

[0151] 상기 기술된 임의의 하나 이상의 테크닉, 즉, 배출을 제어함에 의해 재순환의 양을 제어, 퍼니스에 바이패스함에 의한 온도 제어, 테스트 존에 바이패스함에 의한 흐름 제어 및 희석을 제어하는 것은, 회로(116) 내의 유체의 조성, 온도 및/또는 흐름 속도를 조절하기 위해 개별적으로 또는 임의의 조합으로 수행될 수 있다. 가령, 원하는 기본 조건을 빠르게 형성하도록 함에 의해, 일시적 테스트 조건을 실행하기 위해, 유체 파라미터에 빠른 조절치를 가하는데 상기 테크닉이 특히 유용하다. 제어 시스템이 테스트 사양을 어떻게 실행하는지 계산할 때, 임의의 조합으로 및 임의의 다른 사용 가능한 제어 테크닉과의 조합으로 이들 테크닉의 임의의 하나 이상을 사

용할 수 있다. 그러므로, 제어 시스템에 의해 생성된 대응되는 제어 정보는, 전형적으로 관련 제어 존(들)에서 관련 시스템 구성요소(들)이 테스트 규격을 실행하는데 요구되는 방식으로 선택된 제어 테크닉을 실행하도록 하는 제어 정보를 포함한다. 이는, 적용 가능한 대로, 가령, 회전 제어 밸브일 수 있는 밸브(172, 178, 179, 186, 188)를 포함하는 관련 밸브의 개방의 정도 및 타이밍을 제어하기 위한 제어 정보를 포함한다. 관련 밸브가 제어되어서, 회로 내의 유체를, 특히 요구되는 대로 일시적 또는 정적인 테스트 조건을 실행하기 위해 테스트 샘플을 통해 정확하고 반복적으로 제어한다. 다른 제어 존과 같이, 작동점에서 밸브 위치의 고속 제어와 위치 측정이 있는 후에, 실시간으로 마스터 제어기로 다시 전송된 위치 정보가 있다.

[0152] 베이스 유체의 조성은 실행되는 테스트(들)에 의존한다. 가장 흔한 베이스 유체는 가스인데, 하나 이상의 가스 및 선택적으로 수증기를 포함한다. 베이스 유체에 추가되는 유체는 전형적으로 또한 가스이고, 가장 흔한 것은 하나 이상의 순수한 탄화수소 가스 및/또는 적어도 하나의 산소-함유 가스를 포함한다. 종래에는, 베이스 유체는 질소와 같은 불활성 기체를 우세하게 포함하고, 종종 하나 이상의 다른 합성 가스의 더 작은 농도로 조합된다. 이는, 반응기(112) 내의 유체 조건을 빠르게 변하는 것이 생성될 때, 문제가 될 수 있는데, 왜냐하면, 벌크 공급된 합성 가스가 반응기 내로 주입되는 속도에 제한이 있기 때문이다. 또한, 벌크적 합성 가스는 비교적 비싸다. 이들 문제를 해결하기 위해, 본 발명의 바람직한 실시예는, 베이스 유체를 제공하기 위한 벌크 가스로서 공기를 사용한다. 공기인 베이스 유체의 비율은 실행되는 테스트에 의존하나, 바람직하게는 대략 10% 내지 100%, 좀 더 바람직하게는 대략 50% 내지 100%이다. 일부 실시예에서, 베이스 가스는 100% 공기이다. 베이스 가스가 100% 공기가 아닌 경우, 하나 이상의 다른 합성 가스(가령, 질소 또는 이산화탄소) 및/또는 수증기가, 요구되는 대로 베이스 가스를 보충하기 위해 벌크 가스로서 제공될 수 있다.

[0153] 무료로 사용 가능하다는 것 이외에도, 베이스 유체의 중요하고 바람직하게 우세한 성분으로 공기를 사용하는 이점은, 주변 환경으로부터 편리하게, 임의의 적절한 종래의 공기 펌프 또는 공기 압축기나 다른 유체 흡입 디바이스를 사용하여, 비교적 빠르게, 반응기(112) 내로 공급될 수 있고, 회로(116) 내로 도입될 수 있다는 것이다. 이는, 상기 기술된 회석 테크닉을 가능하게 한다. 바람직한 실시예에서, 공기는, 압축기(미도시)에 의해 주변 환경으로부터 저장소(124) 및/또는 회로(116) 내의 하나 이상의 다른 위치에 공급된다.

[0154] 본 발명을 구현하는 바람직한 시스템이, 가스 농도, 흐름 및 온도의 정확한 정적이거나 일시적인 조건을 테스트 샘플로 전달할 수 있다는 것은 상기 내용으로부터 명백할 것이다. 정적인 조건 테스트에서, 베이스 가스의 흐름 속도는 전형적으로, 테스트 동안에 일정하다. 테스트 존의 흡입구에서 유체의 온도는 일정하거나, 테스트 동안에 둘 이상의 설정점 사이에서 가변할 수 있다. 테스트 존 흡입구에서 유체의 조성은 테스트 동안에 일정할 수 있으나, 좀 더 일반적으로, 하나 이상의 구성 유체의 농도는 둘 이상의 설정점들 사이에서 변한다. 일시적 테스트 조건에서, 조성, 온도 및 흐름의 각각의 파라미터는 테스트 전반에 걸쳐 실질적으로 연속적으로 가변할 수 있어서, 가령, 자동차 속도, 가속도 및 엔진 부하에서의 베리에이션을 시뮬레이팅할 수 있다.

[0155] 특히, 디젤 시뮬레이션에 대해 베이스 가스로서 우세적으로 공기를 사용하는 것은, 질소나 다른 공급된 베이스 가스의 초과적인 양에 대한 필요없이, 실제 세상 조건의 전체 스케일 복제가 가능하다.

[0156] 배기 가스 시뮬레이션을 포함하는 어떤 테스트에 대해, 베이스 가스는 부피로 21%까지 포함한다. 예를 들어, 디젤 엔진 배기 시뮬레이션을 실행하는 테스트에 대하여, 베이스 가스는, 부피로 전형적으로 25% 내지 100%를 사용하여, 부피로 대략 6% 내지 21% 산소를 포함한다. 가솔린 엔진 배기 시뮬레이션과 같은 다른 시뮬레이션을 실행하는 테스트에 대하여, 베이스 가스는 전형적으로 부피로 0 내지 21% 산소를 포함한다. 그러므로, 바람직하게는, 이러한 많은 테스트에 대해, 특히, 부피로 10% 내지 21% 산소를 요하는 테스트에 대해, 공기는 베이스 가스의 우세한 성분으로 사용되고, 전형적으로 요구되는 대로 부피로 베이스 가스의 대략 50% 내지 100%로 존재한다.

[0157] 바람직한 실시예에서, 제어 시스템은 유체 내에서 원하는 가스를 유지하고 원치 않은 가스(가령, 자동차 관련 테스트에서 CO₂ 또는 CO)를 배출하기 위해, 재순환과 배출의 조합을 사용한다. 재순환의 양은 테스트 및 테스트되는 아이টে에 의존하여, 0 내지 100%일 수 있다. 예를 들어, 촉매 테스트 샘플로는 0% 내지 50% 재순환이 사용될 수 있고, 임의의 다른 테스트 샘플 타입에 대해서는 0% 내지 100% 재순환이 사용될 수 있다. 재순환의 비교적 낮은 레벨은 공격적인 일시적 조건의 제어를 가능하게 하는 반면, 재순환은 유체 공급 요구를 감소시키고 에너지 효율을 최대화한다.

[0158] 선택적으로, 본 발명을 구현하는 시스템은, 테스트 존(18, 118)(테스트 샘플이 처하게 되는 테스트 존의 유체 조건으로부터 구별되는) 주위의 환경의 주변 조건을 제어하기 위한 하나 이상의 디바이스(미도시)를 포함할 수 있다. 이러한 디바이스는 주변 환경을 가열 또는 냉각하기 위해, 그리고/또는 주변 공기 흐름 및/또는 주변 공

기 압력을 조절하기 위한 임의의 종래의 장비를 포함할 수 있다. 이는 실제 세상 환경 조건이 테스트 존 주위에서 시뮬레이팅될 수 있도록 한다.

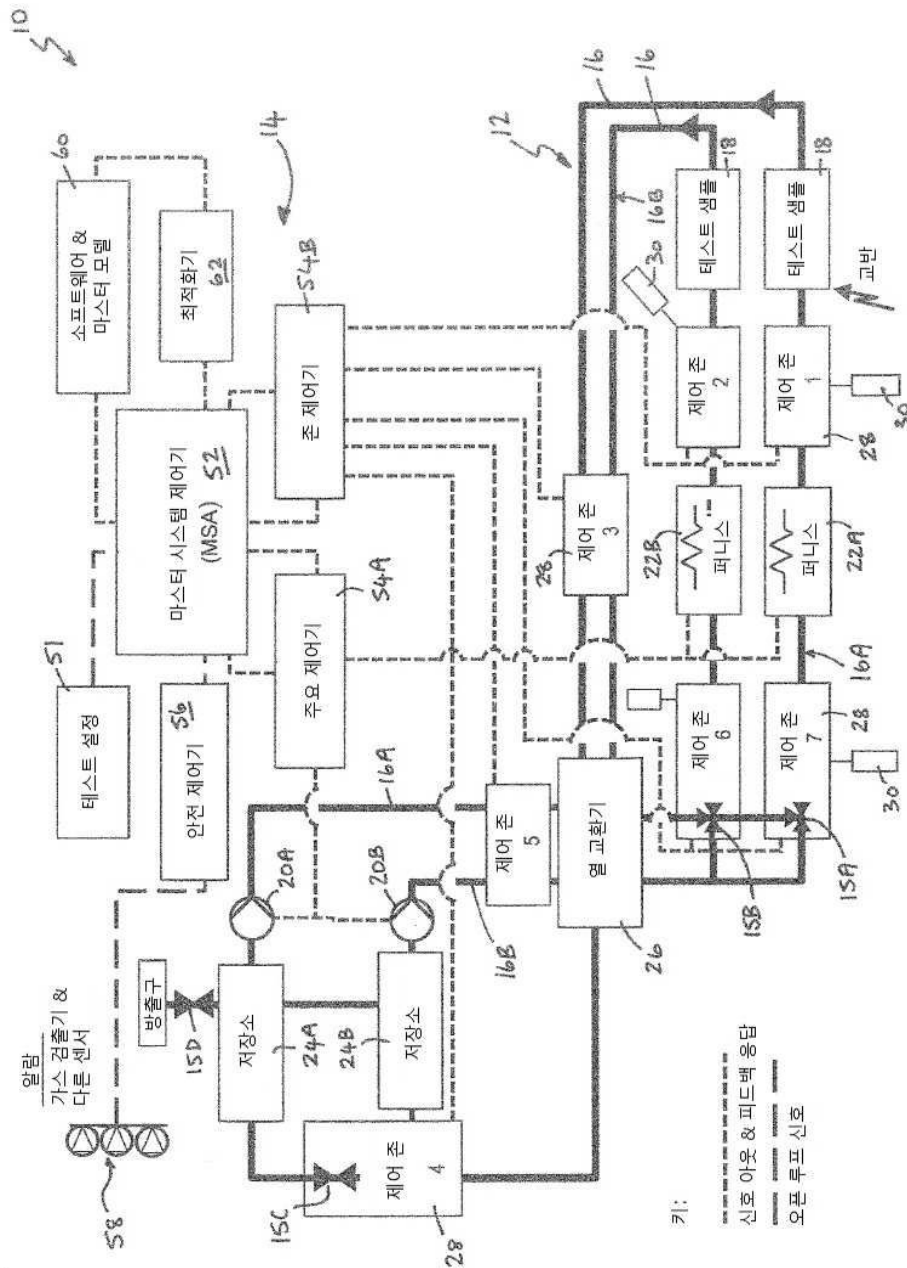
[0159] 그러므로, 바람직한 시스템은, 테스트 샘플 흡입구 조건의 복제뿐만 아니라, 샘플 외부(주변) 테스트 조건을 가능하게 하고, 가령, -30°C 내지 $+50^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서의 외부 온도 제어, 가령, 100% 진공 내지 +1000 바의 범위인 대기압 제어 챔버나 유사한 압력 제어 디바이스에 의한 가변하는 고도 조건의 시뮬레이션, 습도 챔버나 다른 디바이스의 사용에 의한 0% 내지 100%의 상대 습도 제어, 및/또는 블로워, 팬 등과 같은 공기 이동 디바이스를 사용함에 의해 복제되는 강요된 대류 조건을 포함할 수 있다. 열 쇼크의 복제는, 화학 반응을 통해 순간적인 열, 샘플의 외부에 대한 전기 히터의 제공에 의해 달성될 수 있다. 또한, 열 쇼크의 복제는 워터 스플래쉬(water splash), 워터 스프레이(water spray), 액체 질소나 다른 적절한 유체의 사용에 의해, 테스트 샘플의 외부를 냉각시킴에 의해 달성될 수 있다.

[0160] 바람직한 실시예는 비교 제품 평가 및 국제 입법 시험 조건, 예를 들어, EUR06c 또는 기타 발산 법규에 따라 테스트된 발산 제어 시스템에 대한 실제 세상 시뮬레이션을 용이하게 한다. 바람직한 실시예는 알려진 입력 테스트 조건하에서 발산 측정 시스템의 성능을 특징짓고 평가하는데 사용될 수 있다. 높은 레벨의 정확성으로 수행된 성능 평가는 반복 가능성, 재생산성, 정밀도, 안정성 및 레졸루션을 포함한다.

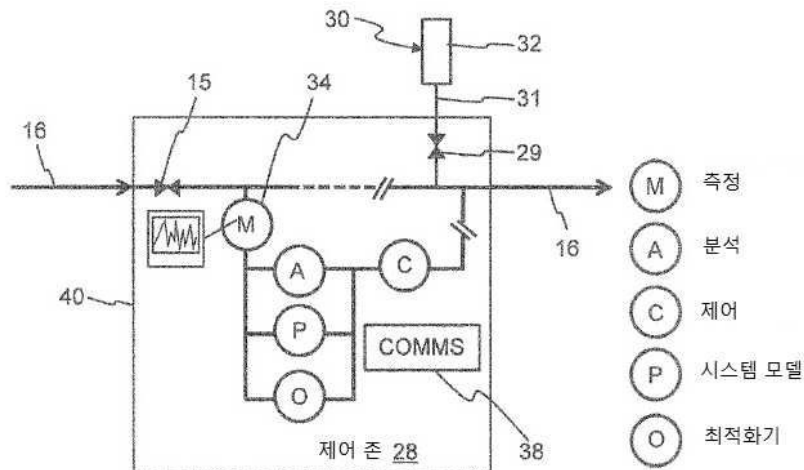
[0161] 본 발명은 본원에서 기술된 실시예(들)에 제한되지 않고, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서 보정되거나 수정될 수 있다.

도면

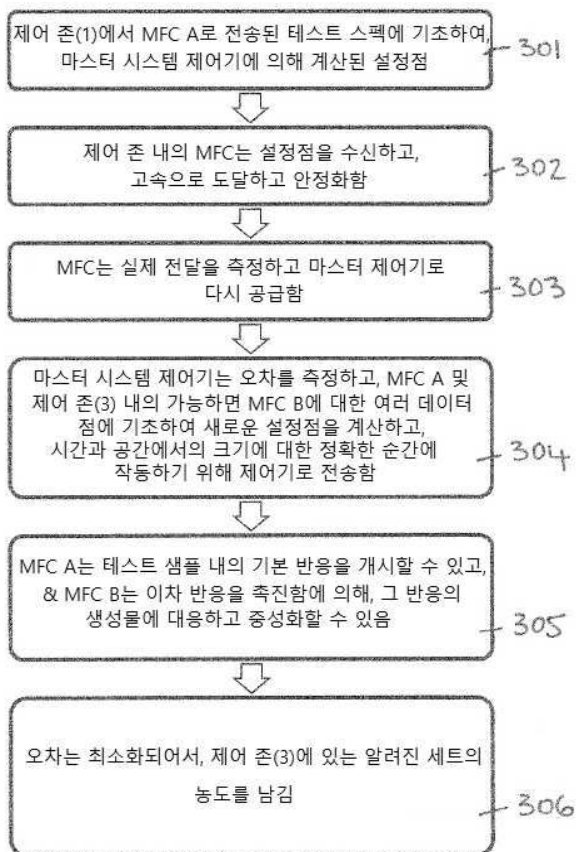
도면1



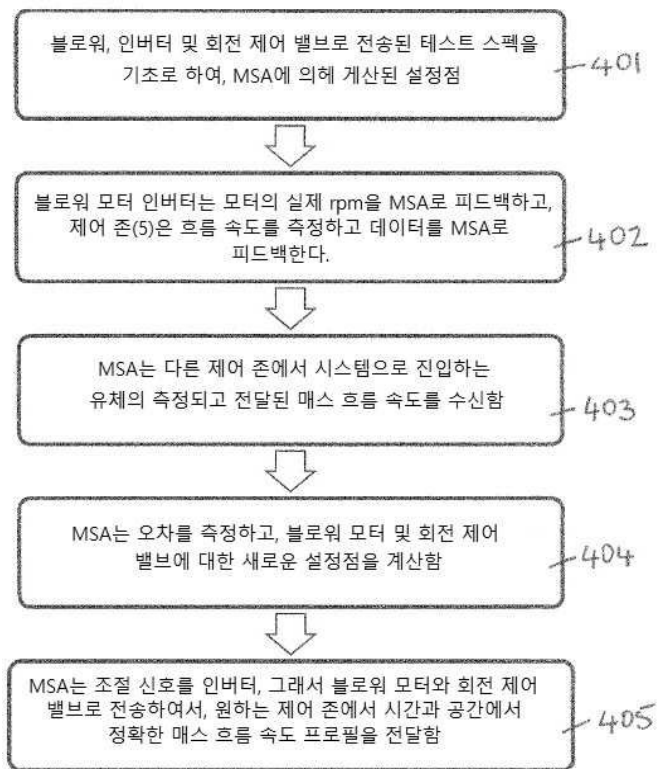
도면2



도면3



도면4



도면5

