



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월22일

(11) 등록번호 10-1596574

(24) 등록일자 2016년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F17C 5/06 (2006.01) B65B 1/04 (2006.01)  
B65B 31/00 (2015.01) G01F 15/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0047684

(22) 출원일자 2014년04월21일

심사청구일자 2014년04월21일

(65) 공개번호 10-2014-0126262

(43) 공개일자 2014년10월30일

(30) 우선권주장

13/867,208 2013년04월22일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP09183988 A

JP2003301999 A

JP2008538321 A

US07328726 B2\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인코오포레이티드  
미합중국 펜실베니아주 18195-1501 알렌타운시 해  
밀턴 불라바아드 7201

(72) 발명자

코헨 조셉 폐리

미국 펜실베니아주 18017 베들레헴 우드미어 드라  
이브 1048

(74) 대리인

김태홍

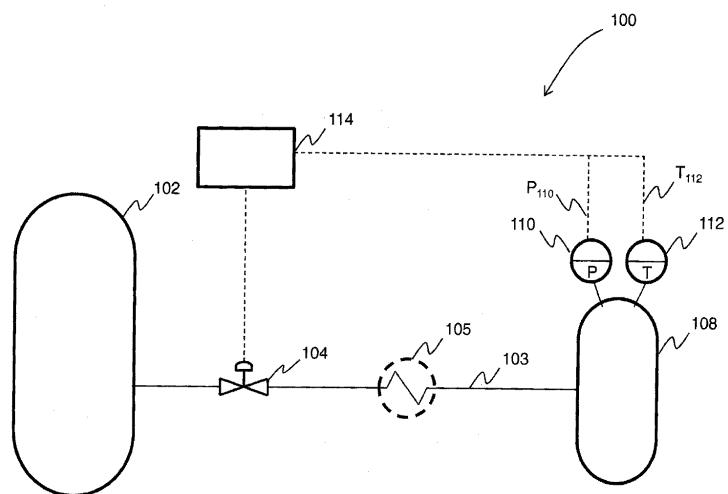
전체 청구항 수 : 총 24 항

심사관 : 곽주호

(54) 발명의 명칭 온도 제어식 가스 분배를 위한 방법 및 시스템

**(57) 요약**

압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 시스템 및 방법으로서, 분배 중의 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일이 제공되고, 수용 용기로의 압축 가스의 유량이 분배 중의 수용 용기에 대한 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 제어되는 것인 시스템 및 방법이 제공된다.

**대 표 도**

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 압축 가스의 분배 방법으로서, 압축 가스의 공급부, 공급부를 수용 용기에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부, 유체 이송부를 통과하는 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스 및 유동 제어 디바이스를 제어하는 유량 제어기를 채용하며,

- (a) 압축 가스를 공급부로부터 유체 이송부를 거쳐 수용 용기로 안내하는 단계,
- (b) 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일로부터 타겟 온도를 제공하는 단계로서, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하는 것인 단계,
- (c) 분배 중에 수용 용기가 겪는 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 분배 중에 유동 제어 디바이스로 압축 가스의 유량을 변경시키는 단계, 및
- (d) 분배 프로세스 중에 단계 (b) 및 (c)를 반복하는 단계

를 포함하고,

압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내는 초기 겉보기 압력을 결정하는 단계를 더 포함하고, 타겟 온도 프로파일은 초기 겉보기 압력에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

- (e) 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 겉보기 온도(apparent temperature)를 결정하는 단계,
- (f) 겉보기 온도와 타겟 온도 프로파일로부터의 타겟 온도 간의 편차를 결정하는 단계; 및
- (g) 분배 프로세스 중에 단계 (b), (e), (f) 및 (c)를 반복하는 단계

를 더 포함하고,

(h) 단계 (c)에서, 수용 용기의 겉보기 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 압축 가스의 유량이 상기 편차에 대응하여 변경되고, 겉보기 온도 프로파일은 겉보기 온도로부터 생성되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 타겟 온도는 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 압력의 함수로서 제공되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 단계 (b)는 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 겉보기 압력을 결정하는 것과, 타겟 온도를 겉보기 압력의 함수로서 생성하는 것에 의해 타겟 온도를 결정하는 것을 포함하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기의 초기 온도를 나타내는 초기 겉보기 온도를 결정하는 단계를 더 포함하고, 타겟 온도 프로파일은 초기 겉보기 온도에 따라 결정되는 것인 압축 가스의

분배 방법.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 수용 용기의 최대 허용가능 온도를 나타내는 최대 온도를 제공하는 단계를 더 포함하고, 타겟 온도 프로파일은 최대 온도에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 압축 가스가 압력 상승률로 수용 용기로 분배되며, 압력 상승률은 수용 용기의 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 변경되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 9

제2항에 있어서, 압축 가스는 압력 상승률로 수용 용기로 분배되며, 압력 상승률은 걸보기 온도와 타겟 온도 간의 편차를 감소시키도록 변경되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 10

제1항에 있어서, 타겟 온도 프로파일은 미리 결정되고 선형이거나, 수용 용기 가열 모델을 기초로 하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 11

제1항에 있어서, 타겟 온도 프로파일은 i) 수용 용기에 있는 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력과, ii) 경과 분배 시간 중 적어도 하나에 따른 온도 경로로서 제공되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 12

제1항에 있어서, 타겟 온도 프로파일은 소망하는 최종 타겟 온도와 분배 종료 시의 수용 용기 내의 압축 가스의 소망하는 최종 타겟 압력 중 하나 이상에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 13

제1항에 있어서, 상기 타겟 온도 프로파일은 함수, 즉

$$T_{target} = T_{target}(p_{110}, T_{max}, P_0, T_0, T_{target, final}, P_{target, final})$$

로서 제공되며, 상기 식에서

$p_{110}$ 는 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력이고,

$T_{max}$ 는 수용 용기의 최대 허용가능 온도를 나타내는 최대 온도이며,

$P_0$ 는 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내는 초기 걸보기 압력이고,

$T_0$ 는 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기의 초기 온도를 나타내는 초기 걸보기 온도이며,

$T_{target, final}$ 는 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 타겟 온도이고,

$P_{target, final}$ 은 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 타겟 압력인 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 14

제1항에 있어서, 타겟 온도 프로파일은 수용 용기 내의 압축 가스의 걸보기 압력의 함수, 즉

$$T_{target} = T_{target}(p_{110}) = T_{max} - X * p_{110}^Y$$

로서 마련되며, 상기 식에서

$p_{110}$ 은 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력이고,

$T_{max}$ 는 수용 용기의 최대 허용가능 온도를 나타내는 최대 온도이며,

X, Y는 최대 온도, 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내는 수용 용기에서의 초기 걸보기 압력, 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기의 초기 온도를 나타내는 초기 걸보기 온도, 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 타겟 온도 및 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 압력으로부터 계산되는 계수인 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 15

제1항에 있어서, 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도를 모니터링하는 단계와, 분배가 진행될 때에 걸보기 온도가 상승하지 못하거나 예상대로 변하지 않은 경우에 i) 경고를 발하는 단계 및 ii) 충전 공정을 종결하는 단계 중 하나 이상을 더 포함하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 16

제1항에 있어서, (i) 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도와, (ii) 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력을 모니터링하는 단계와, 실제 압력이 상승될 때에 걸보기 온도가 상승하지 못하거나 예상대로 변하지 않은 경우에 i) 경고를 발하는 단계 및 ii) 충전 공정을 종결하는 단계 중 하나 이상을 더 포함하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 17

제1항에 있어서,

(i) 분배 프로세스의 제1 시간 간격에 제공되는 제1 타겟 온도와 분배 프로세스의 제2 시간 간격에 제공되는 제2 타겟 온도 간의 타겟차를 결정하는 단계로서, 제2 시간 간격은 제1 시간 간격에 후속하는 것인 단계,

(ii) 제1 시간 간격에서의 제1 걸보기 온도와 제2 시간 간격에서의 제2 걸보기 온도를 결정하는 단계로서, 제1 걸보기 온도와 제2 걸보기 온도는 각각 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 것인 단계,

(iii) 제1 걸보기 온도와 제2 걸보기 온도 간의 걸보기차를 결정하는 단계,

(iv) 걸보기차를 타겟차와 비교하는 단계, 및

(v) 걸보기차가 타겟차보다 작고, 타겟차 대 걸보기차의 비율이 2 이상인 문턱값보다 큰 경우에, 경고를 발하는 단계 및 분배 공정을 종결하는 단계 중 하나 이상의 단계

를 더 포함하는 압축 가스의 분배 방법.

### 청구항 18

압축 가스를 수용 용기에 분배하기 위한 압축 가스의 분배 시스템으로서,

(a) 압축 가스의 공급부,

(b) 수용 용기,

(c) 공급부를 수용 용기에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부,

(d) 유체 이송부를 통한 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스, 및

(e) 유동 제어 디바이스를 제어하는 유량 제어기

를 포함하고,

(f) 유량 제어기는 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일을 저장하도록 구성되고, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하며.

(g) 유량 제어기는 수용 용기의 온도가 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스에 압축 가스의 유량을 변경하도록 명령하게 구성되고,

수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력을 감지하고 이 걸보기 압력에 기초하여 압력 신호를 생성하는 압력 센서를 더 포함하고, 상기 유량 제어기는 연속적으로 분배 중에 타겟 온도를 생성하는 것에 의해 압력 신호의 함수로서 타겟 온도를 결정하는 생성기를 포함하는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 압축 가스의 분배 시스템은 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도를 감지하며, 이 걸보기 온도에 기초하여 온도 신호를 생성하는 온도 센서를 더 포함하고,

상기 유량 제어기는 각각의 걸보기 온도와 관련 타겟 온도 간의 편차를 분배 중에 연속적으로 결정하도록 구성되며,

상기 유량 제어기는 걸보기 온도에 기초한 수용 용기의 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스에 상기 편차에 대응하여 압축 가스의 유량을 변경하도록 명령하게 구성되는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 20

제19항에 있어서, 상기 유량 제어기는 타겟 온도 및 걸보기 온도를 포함하는 온도 데이터를 저장하는 데이터 메모리와, 편차들을 결정하기 위한 비교기를 포함하는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 21

삭제

### 청구항 22

제18항에 있어서, 유량 제어기는 걸보기 온도와 타겟 온도 간의 편차를 결정하는 비교기를 포함하는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 23

제18항에 있어서, 유량 제어기는 타겟 온도 및 걸보기 압력을 포함하는 온도 데이터 및 압력 데이터를 저장하는 데이터 메모리를 포함하고, 상기 생성기는 걸보기 압력을 변수로서 포함하고, 분배 프로세스 동안에 각각 일정한 하나 이상의 계수를 포함하는 프로그래밍된 공식 또는 고정 배선 공식(hard-wired formula)에 따라 타겟 온도를 생성하도록 구성되는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 24

제23항에 있어서, 상기 계수는 초기 걸보기 압력 및 초기 걸보기 온도 중 적어도 하나로부터 유도되고, 상기 초기 걸보기 압력은 분배 프로세스의 개시 시 또는 분배 프로세스의 개시에 근접하여 수용 용기 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내며, 상기 초기 걸보기 온도는 분배 프로세스 개시 시 또는 분배 프로세스의 개시에 근접하여 수용 용기의 초기 온도를 나타내는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 25

제23항에 있어서, 상기 계수는 소망하는 최종 타겟 압력 및 소망하는 최종 타겟 온도 중 적어도 하나로부터 유도되고, 상기 소망하는 최종 타겟 압력은 분배가 종료될 때의 압축 가스의 압력을 나타내며, 상기 소망하는 최종 타겟 온도는 분배가 종료될 때의 압축 가스의 온도를 나타내고, 상기 소망하는 최종 타겟 압력은 미리 정해지고, 선택 가능하며, 수신 가능한 값 중 하나 이상으로서 미리 결정되는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

### 청구항 26

제23항에 있어서, 상기 계수는 소망하는 최종 타겟 압력 및 소망하는 최종 타겟 온도 중 적어도 하나로부터 유도되고, 상기 소망하는 최종 타겟 압력은 분배가 종료될 때의 압축 가스의 압력을 나타내며, 상기 소망하는 최종 타겟 온도는 분배가 종료될 때의 압축 가스의 온도를 나타내고, 상기 소망하는 최종 타겟 온도는 미리 정해지고, 선택 가능하며, 수신 가능한 값 중 하나 이상으로서 미리 결정되는 것인 압축 가스의 분배 시스템.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 압축 가스, 특히 수소를, 차량 연료 탱크와 같은 수용 용기로 신속하면서도 안전하게 분배하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 압축 가스를 수용 용기로 분배할 때, 수용 용기가 과열되지 않도록 주의해야만 한다. 과열은 가스의 단열 압축의 결과로서 발생할 수 있다. 가스가 수소 또는 헬륨인 경우, 가역적 줄-톰슨 효과가 용기를 가열하는 데 기여할 것이다. 가장 통상적으로 사용되는 가스 충전 프로토콜, 특히 수소 연료 공급 프로토콜은 적절한 충전률을 선택할 때의 최악의 경우의 가정에 기초한다. 수용 용기는 좀처럼 최악의 케이스의 특성을 갖지 않고, 용기 조건은 좀처럼 최악의 케이스의 조건이 아니기 때문에, 이에 따라 통상적으로 사용되는 프로토콜은 종종 과도하게 보수적이며, 압축 가스를 분배하는 데 있어서 시간을 지연시킨다.

[0003] 미국 특히 제6,619,336호(Cohen 등의 명의)는 압력과 온도가 결정되고, 수용 용기 내의 가스의 밀도가 이로부터 계산된다는 점에서 분배 공정을 개선한다. 이러한 실제적인 밀도가 용기 정격 밀도(vessel-rated density)와 비교되어, 이러한 비교에 대응하여 압축 가스의 유동이 제어된다. 수용 용기 내에서의 실제 밀도가 정격 밀도에서 공차를 뺀 값보다 크거나 이와 동일하면, 가스 유동이 중단되고, 실제 밀도가 예정된 시간 간격 내에서 정격 밀도 미만으로 떨어진 것이 분명하다면 가스 유동이 재개되거나 종료된다.

[0004] 미국 특히 제7,178,565호(Eichelberger 등의 명의)는 수용 용기의 과열을 완화하기 위해 주위 온도를 포함한다. 주위 온도에 따라, 수용 용기에 있어서의 다수의 미리 정해진 압력 상승률 중 하나, 즉 압력 경사율(ramp rate)이 선택된다. 또한, 수용 용기 내의 가스의 온도를 나타내는 온도가 충전 중에 측정된다. 경사율은 측정 온도가 미리 정해진 상한에 도달할 때까지 선택된 값으로 유지된다. 이러한 온도 한계에 도달하면, 전자 제어기는 압력 제어 밸브가 순간 압력 레벨에서 일시적으로 잠시 중단되도록 명령한다. 상기 중단은 수용 용기에서의 순간 온도가 설정된 온도 미만의 예정된 값으로 떨어질 때까지 사실상 유지되고, 이때 압력 경사율은 그 이전의 높은 분배율로 증가된다.

[0005] 그러나, 시작/정지 방법은 분배 프로세스를 중단하고 재개해야 할 매번의 시기에 관하여 고객을 혼란스럽게 한다.

[0006] 미국 특히 제2007/0079892 A1호(Cohen 등의 명의)에는 서로 평행한 복수 개의 유체 이송 라인으로 이루어지고 상이한 유량으로 가스를 전달하는 상이한 오리피스 계수를 갖는 파이프 오르간 스타일 유동 제어 디바이스에 의해 압축 가스의 유량을 제어하는 것이 개시되어 있다. 각각의 유체 이송 라인은 소망하는 경사율을 포함하는 프로그래밍 가능한 유량 제어기에 의해 명령을 받는 각각의 제어 밸브에 의해 개폐될 수 있다. 유체 이송 라인 하류에 있는 압력 모니터는 수용 용기로 지향되는 가스의 압력을 측정한다. 유량 제어기는 소망하는 압력 경사율과 측정된 압력을 비교하고, 이 비교에 대응하여 유체 이송 라인을 통한 가스의 유량을 제어한다. 온도를 모니터링하는 것은 개시되어 있지 않다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 안전하고 시간 효율적인 방식으로 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 방법 및 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

[0008] 차량 연료 탱크의 경우에 통상적으로 85 °C인 용기 온도 한계를 위반하는 일 없이 가능한 한 신속하게 가스를 수용 용기로 분배하는 것이 바람직하다.

[0009] 다른 목적은 분배 프로세스를 원활하게 하는 것으로, 즉 통상의 방법 및 시스템에 의한 것보다 안정된 분배율로 가스를 수용 용기로 분배하여, 고객이 분배 프로세스 동안에 일관된 유량과 사운드를 경험하도록 하는 것이다.

[0010] 연료 탱크를 과열하는 일 없이 시간 효율적인 방식으로 압축 가스, 특히 수소를 연소 엔진 또는 연료 전지 차량의 연료 탱크로 분배하는 것도 또한 필요하다.

## 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일을 규정하고, 수용 용기가 분배 중에 겪게 되는 온도 프로파일이 규정된 타겟 온도 프로파일을 따르도록 압축 가스의 유량을 조절하는 것에 의해 압축 가스의 수용 용기로의 신속한 분배를 달성한다. 수용 용기를 과열하는 것은 안전하게 방지되는데, 그 이유는 온도 프로파일을 따르거나 온도 프로파일을 매칭시키는 것에 의해 최대 온도 한계가 회피되기 때문이다. 기지의 분배 방법 및 시스템과는 대조적으로, 본 발명은 임계적인 프로세스 변수, 즉 온도에 초점을 맞추고, 이러한 변수의 관점에서 온도 프로파일을 규정하며, 소망하는 타겟 온도 프로파일을 따르거나 소망하는 타겟 온도 프로파일과 매칭하도록, 즉 소망하는 타겟 온도 프로파일에 근접하거나 소망하는 타겟 온도 프로파일을 달성하도록 압축 가스의 분배를 조정한다.

[0012] 기본적인 주제(주제 1)는 압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 압축 가스의 분배 방법으로서, 압축 가스의 공급부, 압축 가스의 공급부를 수용 용기에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부, 유체 이송부를 통한 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스 및 유동 제어 디바이스를 제어하는 유량 제어기를 포함하는 시스템을 채용하는, 압축 가스의 분배 방법이다.

[0013] 상기 압축 가스의 분배 방법은 적어도,

[0014] (a) 압축 가스를 공급부로부터 유체 이송부를 거쳐 수용 용기로 안내하는 단계,

[0015] (b) 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일로부터 타겟 온도를 제공하는 단계로서, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하는 것인 단계,

[0016] (c) 수용 용기의 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 분배 중에 유동 제어 디바이스로 압축 가스의 유량을 변경하는 단계, 및

[0017] (d) 분배 프로세스 중에, 즉 압축 가스를 수용 용기로 분배하는 동안에 단계 (b) 및 (c)를 반복하는 단계

[0018] 를 포함한다.

[0019] 다른 기본적인 주제(주제 2)는 압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 압축 가스의 분배 시스템으로서,

[0020] (a) 압축 가스의 공급부,

[0021] (b) 수용 용기,

[0022] (c) 공급부를 수용 용기에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부,

[0023] (d) 유체 이송부를 통한 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스, 및

[0024] (e) 유동 제어 디바이스를 제어하는 유량 제어기

[0025] 를 포함하고,

[0026] (f) 유량 제어기는 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일을 저장하도록 구성되고, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하며.

[0027] (g) 유량 제어기는 수용 용기의 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스에 압축 가스의 유량을 변경하도록 명령하게 구성되는 것인 압축 가스의 분배 시스템이다.

[0028] 기본적인 실시예에서, 본 발명은 피드 포워드 제어(feed-forward control)를 사용하며, 타겟 온도 프로파일의 타겟 온도는 기준 변수로서 제공된다. 기본적인 실시예에서, 유량 제어기는 타겟 온도 프로파일을 따르도록 및 /또는 타겟 온도 프로파일과 매칭시키도록 하고, 이에 따라 수용 용기의 온도 프로파일과 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일 간의 편차를 줄이는 고정 배선 제어(hard-wired control) 루틴 또는 프로그래밍된 제어 루틴에 기초하여 유동 제어 디바이스에 명령하거나, 유동 제어 디바이스에 명령하도록 구성된다.

[0029] 다른 개발된 실시예에서, 본 발명은, 타겟 온도 프로파일의 타겟 온도가 기준 변수이며, 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 겉보기 온도(apparent temperature)가 제어되는 프로세스 변수이고, 유량 제어기가 기준 변수와 제어되는 변수 간의 편차를 결정하며, 상기 편차를 감소시키기 위해 유동 제어 디바이스에 대한 작동 변수 또는 고정 변수를 형성하는 피드백 제어를 제공한다.

[0030] 보다 특별한 주제는 따라서, 압축 가스를 수용 용기에 분배하기 위한 압축 가스의 분배 방법으로서, 압축 가스의 공급부와, 압축 가스의 공급부를 수용 용기에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부와, 유체 이송부를 통한 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스, 그리고 유동 제어 디바이스를 제어하는 유량 제어기를

포함하는 시스템을 채용하는, 압축 가스의 분배 방법이다. 상기 압축 가스의 분배 방법은 적어도,

[0031] (a) 압축 가스를 공급부로부터 유체 이송부를 거쳐 수용 용기로 안내하는 단계,

[0032] (b) 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일로부터 타겟 온도를 제공하는 단계로서, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하는 것인 단계,

[0033] (c) 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 겉보기 온도를 결정하는 단계,

[0034] (d) 겉보기 온도와 타겟 온도 프로파일로부터의 타겟 온도 간의 편차를 결정하는 단계,

[0035] (e) 수용 용기의 겉보기 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 분배 중에 상기 편차에 대응하여 유동 제어 디바이스로 압축 가스의 유량을 변경시키는 단계, 및

[0036] (f) 분배 중에, 즉 압축 가스를 수용 용기로 안내하는 동안에 단계 (b) 내지 (e)를 반복하는 단계

[0037] 를 포함하고, 겉보기 온도 프로파일은 겉보기 온도로부터 형성된다.

[0038] 또한, 다른 개발된 타입의 주제는 압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 압축 가스의 분배 시스템으로서,

[0039] (a) 압축 가스 공기의 공급부,

[0040] (b) 수용 용기,

[0041] (c) 공급부를 수용 용기에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부,

[0042] (d) 유체 이송부를 통한 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스,

[0043] (e) 수용 용기에 대한 겉보기 온도를 결정하고 겉보기 온도에 기초하여 온도 신호를 생성하는 온도 센서, 및

[0044] (f) 온도 센서로부터의 온도 신호에 대응하여 유동 제어 디바이스를 제어하는 유량 제어기

[0045] 를 포함하고,

[0046] (g) 유량 제어기는 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일을 저장하도록 구성되고, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하며,

[0047] (h) 유량 제어기는 겉보기 온도와 타겟 온도 프로파일로부터의 관련 타겟 온도 간의 편차를 연속적으로 분배 중에 계산하도록 구성되고,

[0048] (i) 유량 제어기는 겉보기 온도에 기초한 수용 용기의 겉보기 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스에 상기 편차에 대응하여 압축 가스의 유량을 변경하도록 명령하게 구성되는 것인 압축 가스의 분배 시스템이다.

[0049] 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 일련의 타겟 온도를 포함한다. 타겟 온도 프로파일은 특히 압력 및/또는 경과 분배 시간에 대한 타겟 온도의 경로로서 제공될 수 있다. 타겟 온도 프로파일은 시작 타겟 온도로부터 최종 타겟 온도로 증가할 수 있다. 타겟 온도 프로파일은 선형일 수도 있고 용기 가열 모델에 기초할 수도 있다. 타겟 온도(세로 좌표 변수임)는, 예컨대 압력 및/또는 경과 시간의 함수로서 바람직하게는 가로 좌표 변수에 관하여 오목한 경로를 따라 증가한다.

[0050] 시작 타겟 온도는, 수용 용기가 공급부와 연결되는 시기 또는 분배 프로세스의 시작 전이나 분배 프로세스가 시작될 때의 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 겉보기 온도로부터 유도될 수도 있고, 이 겉보기 온도와 일치할 수도 있다. 시작 타겟 온도의 결정은 특히 온도 측정에 기초할 수 있다. 최종 타겟 온도는 각각의 수용 용기의 미리 정해진 온도 상한일 수 있다. 최종 타겟 온도는 특히 정격 최대 용기 온도에서 안전 여유(safe margin)을 뺀 것일 수 있다. 정격 최대 온도가, 예컨대 육상 차량 연료 가스 탱크의 통상적인 정격 최대 온도인 85 °C이면, 최종 타겟 온도는 85 °C 미만일 것이고, 예컨대 80 내지 84 °C의 범위 내에서 선택될 수 있다. 압축 가스의 분배 시스템은 각각의 수용 용기를 식별하고 각각의 수용 용기에 적절히 맞춰진 최종 타겟 온도를 선택하는 능력을 가질 수 있다. 그러나, 전형적인 어플리케이션에서, 충전 대상 수용 용기는 동일하거나 거의 동일한 정격 최대 용기 온도를 갖고, 최종 타겟 온도는 이들 용기 전부에 대해 동일할 수 있다.

[0051] 타겟 온도 프로파일은 경과 분배 시간 및/또는 압력에 대한 미리 결정된 이산 타겟 온도값일 수도 있고, 타겟 온도에 대한 방정식에 의해 제공될 수도 있다. 타겟 온도 프로파일은 특히 분배 프로세스의 프로세스 변수에 기초하여 생성될 수 있고, 분배 중에 실시간으로 결정될 수 있다. 양자의 조합도 또한 고려할 수 있는데, 즉

타겟 온도는 경로의 하나 이상의 제1 섹션에 대해 미리 결정될 수 있고, 경로의 하나 이상의 제2 섹션에 대해 프로세스 변수의 함수로서 형성될 수 있다.

[0052] 압력은 용기 온도 프로파일이 기초로 하는 프로세스 변수의 편리한 선택이다. 압력 기반 실시예에서, 타겟 온도는 압력, 바람직하게는 수용 용기 내의 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력의 함수로서 제공될 수 있고, 압력 측정치에 의해 유도될 수 있다. 프로파일이 분배 프로세스의 적어도 일부에 대해, 바람직하게는 완전한 분배 프로세스에 대해 생성되는 방법은 이에 따라,

[0053] (a) 압축 가스를 공급부로부터 유체 이송부를 거쳐 수용 용기로 안내하는 단계,

[0054] (b) 수용 용기 내에 있는 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력을 결정하는 단계,

[0055] (c) 걸보기 압력의 함수로서 타겟 온도를 생성하는 단계,

[0056] (d) 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도를 결정하는 단계,

[0057] (e) 걸보기 온도와 타겟 온도 간의 편차를 결정하는 단계,

[0058] (f) 수용 용기의 걸보기 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스로 상기 편차에 대응하여 압축 가스의 유동을 변경하는 단계, 및

[0059] (g) 분배 프로세스 중에 단계 (b) 내지 (f)를 반복하는 단계

[0060] 를 포함한다.

[0061] 타겟 온도 프로파일은 대안으로서 경과 시간의 함수로서 제공될 수 있는데, 그 이유는 분배가 압력과 경과 분배 시간 양자 모두의 함수로서 시작되었거나 혼합 모드로 시작되었기 때문이다. 혼합 모드에서, 분배 프로세스는 하나 이상의 제1 시간 간격 및 하나 이상의 제2 시간 간격과, 단지 하나 이상의 제1 시간 간격에 대한 압력의 함수로서 그리고 단지 하나 이상의 제2 시간 간격에 대한 압력의 함수로서 제공되는 타겟 온도를 포함할 수 있다. 혼합 모드의 변형예에서, 타겟 온도 프로파일은 완전한 분배 프로세스 또는 단지 분배 프로세스의 일부에 대한 시간의 함수로서 제공되지만, 분배 중에 1회 이상의 압력 체크에 의해 확인된다. 시간 종속함수는 그러한 압력 체크를 조건으로 달라질 수 있다. 혼합 모드의 다른 변형예에서, 타겟 온도 프로파일을 정하는 함수는 압력 종속 항과, 예컨대 추가 항목으로 시간 종속 항을 포함한다.

[0062] 기본적인 개발된 실시예 및 다른 개발된 실시예, 그리고 또한 압력 기반 실시예에서 반복되는 단계들은 적어도 1회 반복되는데, 즉 분배 프로세스 중에 적어도 2회 수행된다. 바람직하게는, 각각의 단계들은 압축 가스를 분배하는 데 요구되는 시간을 단축하기 위해 분배 프로세스 중에 1회 넘게 반복된다. 각각의 사이클을 더 빈번히 거칠수록, 분배 프로세스를 더 단축할 수 있다. 소망하는 최종 압력까지 수용 용기를 충전하는 데 요구되는 시간( $t_{total}$ )을 동일한 시간 간격들의 개수( $n$ )로 나누면, 사이클들이 수행되는 빈도  $f = \text{사이클}/t_{total}$ 은  $n \geq 5$ 인 경우에 바람직하게는 5 이상이고, 더 바람직하게는  $n \geq 10$ 인 경우에 10 이상이며, 적어도 1회의 사이클은  $n$ 개의 시간 간격 각각으로 수행된다. 통상적으로, 단계들의 각각의 사이클은 초당 적어도 1회 반복된다.

[0063] 걸보기 온도의 결정은 특히 온도 측정치를 기초로 한다. 측정되는 온도는 수용 용기 내부의 압축 가스의 온도일 수 있으며, 수용 용기 내부의 온도 측정치를 요구한다. 그러한 실시예에서, 온도 센서는 압축 가스와 직접 접촉한다. 대신에, 수용 용기의 구조 부품의 온도, 예컨대 용기의 켈의 온도가 측정될 수 있다. 이러한 목적을 위한 온도 센서는 용기의 각각의 구조 부품에 부착되거나 구조 부품 내에 설치될 수도 있고, 수용 용기에 의해 방출되는 열이 측정될 수도 있다. 수용 용기 내 또는 수용 용기의 온도를 측정하는 대신, 유체 이송부 내 또는 유체 이송부에서, 예컨대 유체 이송부의 호스 또는 유체 이송부를 수용 용기에 연결하여 수용 용기를 충전하고 분배 공정이 완료되면 수용 용기로부터 분리될 수 있는 연결 조립체 내 또는 이러한 호스나 연결 조립체에서 온도를 측정할 수 있다. 온도는 사실상 측정 온도가 수용 용기에 있는 가스의 순간 온도를 나타내기만 하면, 즉 수용 용기의 순간 온도 또는 수용 용기 내의 가스의 순간 온도에 대한 역참조(back-reference)를 허용하기만 하면 어느 부위에서든 측정될 수 있다. 그러나, 용기 켈 또는 용기 내부에 더 근접하여 온도를 측정할수록, 안전 여유은 더 작게 선택될 수 있고, 용기는 더 신속하게 충전될 수 있다.

[0064] 공급부는 복수 개의 상호 연결된 수용 용기를 충전하는 데 사용될 수 있다. 공급부는 유체 이송부를 통해 수용 용기들 중 하나의 제1 수용 용기에 연결될 수 있고, 하나 이상의 다른 수용 용기는 이 제1 수용 용기를 통해 충전된다. 더 유리하게는, 2개 이상의 수용 용기가 매니폴드를 통해 동시에 충전될 수 있다. 예컨대, 상호 연결된 수용 용기들 각각에 수용 용기의 걸보기 온도를 감지하는 온도 센서가 장착되면, 분배 프로세스는 바람직하

계는 최고 걸보기 온도를 기초로 한다. 그러한 경우, 수용 용기 시스템, 예컨대 복수 개의 상호 연결된 용기를 포함하는 차량은 상이한 걸보기 온도들 중 어느 걸보기 온도가 가장 높으며, 이에 따라 어느 걸보기 온도가 걸보기 온도와 타겟 온도 간의 편차를 결정하는 데 사용되어야만 할 것인지 결정할 수 있다. 대안으로서, 유량 제어기는 상호 연결된 수용 용기들 각각 또는 이를 수용 용기 중 선택된 것의 걸보기 온도를 수신하고, 이를 걸보기 온도들 중 어느 것이 최고인지 결정하며, 편차를 결정하기 위해 이 온도값을 선택할 수 있다.

[0065] 걸보기 온도와 타겟 온도 간의 편차는 타겟 온도와 걸보기 온도 간의 차이로서 직접 결정될 수도 있고, 수학적 차이를 나타내는 임의의 다른 방편으로서, 예컨대 타겟 온도에 대한 걸보기 온도의 비율이나 걸보기 온도에 대한 타겟 온도의 비율로서 결정될 수도 있다. 편차는 타겟 온도와 걸보기 온도 간의 차로서 정의될 수 있기 때문에, 0의 값을 가질 수 있다. 압축 가스의 유동은 2개의 온도값들 간의 차에 대응하여 직접 조절될 수도 있고, 퍼센티지 편차에 대응하여 조절될 수도 있으며, 단지 예를 언급하기 위해 단지 차이의 앞자리에 대응하여 조절될 수도 있다. 유량 제어기는 유동 제어 디바이스를 이에 따라 제어하도록 되어 있다.

[0066] 바람직한 압력 기반 실시예에서, 걸보기 압력은 압력 측정치를 기초로 한다. 측정되는 압력은 특히 수용 용기 내부의 가스압일 수 있다. 그러나, 걸보기 온도와 유사하게 걸보기 압력은, 대신에 유체 이송부 내에서 또는 유체 이송부에서, 예컨대 유체 이송부의 호스 내 또는 분배 프로세스 중에 유체 이송부를 수용 용기에 해제 가능하게 연결하는 연결 조립체 내 또는 이들 호스나 연결 조립체에서 측정될 수 있다. 걸보기 압력은 앞서 설명한 것과 같은 수용 용기 온도 프로파일을 생성하는 데 사용될 수 있다. 타겟 온도가 압력에 대하여 제공되는 대안의 압력 기반 실시예에서는, 걸보기 압력을 사용하여, 온도 편차를 결정하기 위해 용기 온도 프로파일의 관련 타겟 온도에 각각의 걸보기 온도를 할당할 수 있다.

[0067] 압축 가스의 공급부는 단일 소스, 예컨대 단일 압축기나 더 유리하게는 단일 압축 공급 용기로 구성될 수 있다. 그러나, 공급부는 또한 복수 개의 압축 가스 소스, 예컨대 복수 개의 압축기 또는 복수 개의 압축 공급 용기나 적어도 하나의 공급 용기와 하나 이상의 압축기의 조합을 포함할 수 있다. 적어도 압축기를 채용하지 않는 실시예에서, 복수 개의 공급 용기 중 하나 또는 적어도 하나는 분배 프로세스의 완료 시의 수용 용기 내의 압력만큼 높거나 수용 용기의 압력보다 높은 압력의 가스를 포함한다. 그러나, 압축기를 포함하는 실시예는 공급 용기를 필요로 하지 않는데, 적어도 각각의 수용 용기가 충전되는 장소에 공급 용기를 필요로 하지 않는다. 압축기는, 예컨대 이송되는 가스를 분배에 요구되는 압력 레벨로 압축하는 고정식 공급 라인, 예컨대 공용 또는 사유 분배 시스템에 연결될 수 있다.

[0068] 유동 제어 밸브, 특히 솔레노이드 밸브가 적절한 타입의 유동 제어 디바이스이다. 사실상, 유량을 충분식으로 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스이면 충분할 것이다. 그러나, 보다 낮은 체적 유량 또는 질량 유량과 보다 높은 체적 유량 또는 질량 유량 사이에서 연속적으로 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 제어 디바이스가 더 적절하다. 유동 제어 디바이스는 특히 유체 이송부 내의 유동 단면적을 변경하도록 되어 있을 수 있다. 오로지 하나의 도관으로 구성되는 유체 이송부는 도관 내에 하나 이상의 유동 제어 디바이스를 포함할 수 있는데, 유동 제어 디바이스는 상기 도관을 통과하는 압축 가스의 유량을 단독으로나 매칭된 조합 방식으로 변경할 수 있다. 유체 이송부가 서로 평행한 2개 이상의 도관으로 구성되는 경우, 하나 이상의 유동 제어 디바이스가 각각의 도관에 마련될 수 있고, 유량 제어기에 의해 타겟 온도 프로파일과 매칭시키도록 하는 명령을 받을 수 있다. 사실상, 유동 제어 디바이스는 또한, 유량 제어기에 의해 압축 가스의 유량이 타겟 온도 프로파일과 매칭되도록 하기 위해 가변 압축기에 의해 조절되도록 명령을 받는 가변 속도 및/또는 가변 형상 압축기일 수 있다.

[0069] 유량 제어기는 편의상 유선 또는 무선 통신을 통해 유동 제어 디바이스에 명령하는 전자식 유량 제어기이다. 유량 제어기는 특히 프로그래밍 가능한 로직 제어기(Programmable Logic Controller; PLC) 또는 컴퓨터 기반 제어기일 수 있다. 유량 제어기는 단지 하나의 유닛 또는 2개 이상의 유닛으로 구성될 수 있다. 타겟 온도 프로파일이 몇몇 타입의 입력 디바이스, 예컨대 컴퓨터에 의해 유선 또는 무선 통신을 통해, 예컨대 PLC에 제공되면, 입력 디바이스와 PLC의 조합이 유량 제어기로서 간주된다. PLC 또는 컴퓨터 기반 제어기가 포함되는 것이 바람직하지만, 고정 배선 제어기로 대체될 수 있다.

[0070] 유리한 특징이 종속항과 종속항의 조합에 또한 기술된다.

[0071] 아래에서는, 상기 방법 및 시스템의 특정 양태를 개괄하겠다. 팔호 병기된 참조부호 및 표현은 도면을 참고하여 아래에서 더 설명되는 예시적인 실시예를 인용한다. 참조부호 및 표현은 그러나 단지 예시적인 것이며 임의의 특정 구성요소의 양태 또는 예시적인 실시예의 특징으로 제한하는 것은 아니다. 양태들은 팔호 병기된 참조부호 및 표현이 생략되거나 다른 적절한 것으로 대체되는 청구범위로서 형성될 수 있다.

[0072] 양태 #1: 압축 가스를 수용 용기로 분배하기 위한 압축 가스의 분배 방법으로서, 압축 가스의 공급부(102), 공급부를 수용 용기(108)에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부(103), 유체 이송부(103)를 통과하는 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스(104) 및 유동 제어 디바이스(104)를 제어하는 유량 제어기(114)를 채용하며,

[0073] (a) 압축 가스를 공급부(102)로부터 유체 이송부(103)를 거쳐 수용 용기(108)로 안내하는 단계,

[0074] (b) 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일로부터 타겟 온도( $T_{target}$ )를 제공하는 단계로서, 수용 용기에 대한 타겟 온도 프로파일은 분배 중에 타겟 온도를 제공하는 것인 단계,

[0075] (c) 수용 용기(108)가 분배 중에 겪는 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 분배 중에 유동 제어 디바이스(104)로 압축 가스의 유량을 변경하는 단계, 및

[0076] (d) 분배 프로세스 중에 단계 (b) 및 (c)를 반복하는 단계

[0077] 를 포함하는 압축 가스의 분배 방법.

[0078] 양태 #2: 양태 1에 있어서,

[0079] (e) 수용 용기(108)의 순간 온도를 나타내는 겉보기 온도( $T_{112}$ )를 결정하는 단계,

[0080] (f) 겉보기 온도( $T_{112}$ )와 타겟 온도 프로파일로부터의 타겟 온도( $T_{target}$ ) 간의 편차를 결정하는 단계; 및

[0081] (g) 분배 프로세스 중에 단계 (b), (e), (f) 및 (c)를 반복하는 단계

[0082] 를 더 포함하고,

[0083] (h) 단계 (c)에서, 수용 용기(108)의 겉보기 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 압축 가스의 유량이 상기 편차에 대응하여 변경되고, 겉보기 온도 프로파일은 겉보기 온도로부터 생성되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0084] 양태 #3: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 상기 타겟 온도( $T_{target}$ )는 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 압력( $p_{110}$ )의 함수( $T_{target}$  ( $p_{110}$ ))로서 제공되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0085] 양태 #4: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 상기 단계 (b)는 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 겉보기 압력( $p_{110}$ )을 결정하는 것과, 타겟 온도를 겉보기 압력( $p_{110}$ )의 함수( $T_{target}$  ( $p_{110}$ ))로서 생성하는 것에 의해 타겟 온도( $T_{target}$ )를 결정하는 것을 포함하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0086] 양태 #5: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 압축 가스를 수용 용기(108)로 안내하기 전에 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내는 초기 겉보기 압력( $P_0$ )을 결정하는 단계를 더 포함하고, 타겟 온도 프로파일은 초기 겉보기 압력( $P_0$ )에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0087] 양태 #6: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 압축 가스를 수용 용기(108)로 안내하기 전에 수용 용기(108)의 초기 온도를 나타내는 초기 겉보기 온도( $T_0$ )를 결정하는 단계를 더 포함하고, 타겟 온도 프로파일은 초기 겉보기 온도( $T_0$ )에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0088] 양태 #7: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 수용 용기(108)의 최대 허용가능 온도를 나타내는 최대 온도( $T_{max}$ )를 제공하는 단계를 더 포함하고, 타겟 온도 프로파일은 최대 온도( $T_{max}$ )에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0089] 양태 #8: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 압축 가스가 압력 상승률로 수용 용기(108)로 분배되며, 압력 상승률은 수용 용기의 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해 변경되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0090] 양태 #9: 양태 2 또는 양태 3 내지 8 중 하나 이상의 양태에 있어서, 압축 가스는 압력 상승률로 수용 용기(108)로 분배되며, 압력 상승률은 겉보기 온도( $T_{112}$ )와 타겟 온도( $T_{target}$ ) 간의 편차를 감소시키도록 변경되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0091] 양태 #10: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 수용 용기 온도 프로파일은 미리 결정되고 선형이거나, 수용 용기 가열 모델을 기초로 하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0092] 양태 #11: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 타겟 온도 프로파일은 수용 용기에 있는 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력 및/또는 경과 분배 시간에 따른 온도 경로로서 제공되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0093] 양태 #12: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 타겟 온도 프로파일은 소망하는 최종 타겟 온도 ( $T_{target, final}$ )와 분배 종료 시의 수용 용기 내의 압축 가스의 소망하는 최종 타겟 압력( $P_{target, final}$ ) 중 하나 이상에 따라 결정되는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0094] 양태 #13: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 상기 타겟 온도 프로파일( $T_{target}$ )은 함수, 즉

$$T_{target} = T_{target}(p_{110}, T_{max}, P_0, T_0, T_{target, final}, P_{target, final})$$

[0095]로서 제공되며, 상기 식에서

[0096]  $p_{110}$ 는 수용 용기 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력이고,

[0097]  $T_{max}$ 는 수용 용기의 최대 허용가능 온도를 나타내는 최대 온도이며,

[0098]  $P_0$ 는 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내는 초기 걸보기 압력이고,

[0099]  $T_0$ 는 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기의 초기 온도를 나타내는 초기 걸보기 온도이며,

[0100]  $T_{target, final}$ 는 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 타겟 온도이고,

[0101]  $P_{target, final}$ 은 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 타겟 압력인 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0102] 양태 #14: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 타겟 온도 프로파일( $T_{target}$ )은 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 걸보기 압력( $p_{110}$ )의 함수, 즉

$$T_{target} = T_{target}(p_{110}) = T_{max} - X * p_{110}^Y$$

[0103]로서 마련되며, 상기 식에서

[0104]  $p_{110}$ 은 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력이고,

[0105]  $T_{max}$ 는 수용 용기의 최대 허용가능 온도를 나타내는 최대 온도이며,

[0106]  $X, Y$ 는 최대 온도( $T_{max}$ ), 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기 내의 압축 가스의 초기 압력을 나타내는 수용 용기에서의 초기 걸보기 압력( $P_0$ ), 압축 가스를 수용 용기로 안내하기 전에 수용 용기(108)의 초기 온도를 나타내는 초기 걸보기 온도( $T_0$ ), 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 타겟 온도( $T_{target, final}$ ) 및 분배가 종료될 때의 소망하는 최종 압력( $P_{target, final}$ )으로부터 계산되는 계수인 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0107] 양태 #15: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 수용 용기(108)의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도( $T_{112}$ )를 모니터링하는 단계와, 분배가 진행될 때에 걸보기 온도( $T_{112}$ )가 상승하지 못하거나 예상대로 변하지 않은 경우에 경고를 발하는 단계 및/또는 분배 공정을 종결하는 단계를 더 포함하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0108] 양태 #16: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, i) 수용 용기(108)의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도( $T_{112}$ ) 와, (ii) 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 순간 온도를 나타내는 걸보기 압력( $p_{110}$ )을 모니터링하는 단계와, 실제 압력( $p_{110}$ )이 상승할 때에 걸보기 온도( $T_{112}$ )가 상승하지 못하거나 예상대로 변하지 않은 경우에 i) 경고를 발하는 단계 및/또는 분배 공정을 종결하는 단계를 더 포함하는 것인 압축 가스의 분배 방법.

[0111] 양태 15 및 16은 여기에서는 수용 용기 온도 프로파일을 제공하고 압축 가스의 유동이 수용 용기 온도 프로파일을 따르도록 조절하는 본 발명에 관하여 특별히 개시된다. 겉보기 온도의 모니터링은 잘못된 온도 신호를 검출 할 수 있다는 장점을 제공한다. 잘못된 온도 신호는, 예컨대 수용 용기의 결함이 있는 온도 감지 장비 또는 수 용 용기의 측부, 특히 수용 용기를 포함하는 차량의 측부에 있는 결함이 있는 온도 감지 장비나 결함이 있는 연 결부에 의해 유발될 수 있다. 본 출원인은 본 발명에 있어서 양태 15 및 16의 조합뿐만 아니라, 양태 15 및 16 각각을 청구하는 권리를 보호한다. 그러한 개별 양태는 압축 가스로 수용 용기를 충전하는 압축 가스의 충전 방법으로서, 압축 가스의 공급부(102), 공급부(102)와 수용 용기(108)를 연결하는 유체 이송부(103), 유체 이송 부(103)를 통과하는 압축 가스의 유동을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스(104) 및 유동 제어 디바이스(104) 를 제어하는 유량 제어기(114)를 채용하고, 상기 압축 가스의 충전 방법은 압축 가스를 공급부(102)로부터 유체 이송부(103)를 거쳐 수용 용기(108)로 안내하는 단계, 압축 가스를 수용 용기(108)로 분배하기 위해 유동 제어 디바이스(104)로 압축 가스의 유량을 변경시키는 단계를 포함하고, 상기 압축 가스의 충전 방법은 다른 양태들 중 임의의 양태를 포함할 수 있지만, 이것이 반드시 필요한 것은 아닌 양태 15 및 16 중 적어도 하나의 단계를 더 포함하는 것인 압축 가스의 충전 방법이다. 분배는 특히 선행하는 양태들 중 임의의 양태에 따라 달성될 수도 있고, 대신에 미리 정해진 압력 상승율 또는 압축 가스를 용기로 안전하게 분배하는 데 적합한 몇몇 다른 제어 방법에 따라 달성될 수도 있다. 여기에서 그리고 각각의 주제에서 겉보기 온도를 모니터링하는 것은, 제1 시간 간격에서의 제1 겉보기 온도와 제2 시간 간격에서의 제2 겉보기 온도를 결정하는 단계를 포함할 수 있고, 제1 겉보기 온도와 제2 겉보기 온도는 각각 수용 용기의 순간 온도를 나타내고, 제2 시간 간격은 제1 시간 간격에 후속한다. 모니터링은 제1 겉보기 온도와 제2 겉보기 온도 간의 겉보기차를 결정하는 것과, 겉보기차를 용기 가열 모델로부터 유도된 수용 용기에 대한 용기 온도 프로파일과 비교하는 것을 더 포함할 수 있으며, 용기 온도 프로파일 또는 용기 가열 모델은 제어기에서 구현된다.

[0112] 양태 #17: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서,

[0113] (i) 분배 프로세스의 제1 시간 간격에 제공되는 제1 타겟 온도( $T_{target,1}$ )와 분배 프로세스의 제2 시간 간격에 제 공되는 제2 타겟 온도( $T_{target,2}$ ) 간의 타겟차( $\Delta T_{target}$ )를 결정하는 단계로서, 제2 시간 간격은 제1 시간 간격에 후속하는 것인 단계,

[0114] (ii) 제1 시간 간격에서의 제1 겉보기 온도( $T_{112,1}$ )와 제2 시간 간격에서의 제2 겉보기 온도( $T_{112,2}$ )를 결정하는 단계로서, 제1 겉보기 온도와 제2 겉보기 온도는 각각 수용 용기의 순간 온도를 나타내는 것인 단계,

[0115] (iii) 제1 겉보기 온도와 제2 겉보기 온도 간의 겉보기차( $\Delta T_{112}$ )를 결정하는 단계,

[0116] (iv) 겉보기차( $\Delta T_{112}$ )를 타겟차( $\Delta T_{target}$ )와 비교하는 단계, 및

[0117] (v) 겉보기차( $\Delta T_{112}$ )가 타겟차( $\Delta T_{target}$ )보다 작고, 타겟차 대 겉보기차의 비율( $\Delta T_{target} / \Delta T_{112}$ )이 2 이상인 문턱 값보다 큰 경우에, 경고를 발하는 단계 및/또는 충전 공정을 종결하는 단계를 더 포함하는 압축 가스의 분배 방법.

[0118] 양태 #18: 압축 가스를 수용 용기에 충전하기 위한 압축 가스의 충전 시스템으로서,

[0119] (a) 압축 가스의 공급부(102),

[0120] (b) 수용 용기(108),

[0121] (c) 공급부(102)를 수용 용기(108)에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부(103),

[0122] (d) 유체 이송부(103)를 통과하는 압축 가스의 유량을 변경할 수 있는 유동 제어 디바이스(104), 및

[0123] (e) 유동 제어 디바이스(104)를 제어하는 유량 제어기(114)

[0124] 를 포함하고,

[0125] (f) 유량 제어기(114)는 분배 중에 수용 용기(108)의 타겟 온도를 각각 나타내는 타겟 온도( $T_{target}$ )의 타겟 온 도 프로파일을 제공하도록 되어 있으며,

[0126] (g) 유량 제어기(114)는 수용 용기의 분배 중에 겪는 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스(104) 압축 가스의 유량을 명령하게 구성되는 것인 압축 가스의 충전 시스

템.

[0127] 양태 #19: 양태 18에 있어서, 상기 압축 가스의 충전 시스템은 각각 수용 용기(108)의 순간 온도를 나타내는 걸보기 온도( $T_{112}$ )를 감지하고, 이 걸보기 온도( $T_{112}$ )에 기초하여 온도 신호를 생성하는 온도 센서(112)를 더 포함하고,

[0128] 상기 유량 제어기(114)는 각각의 걸보기 온도( $T_{112}$ )와 관련 타겟 온도( $T_{target}$ ) 간의 편차를 분배 중에 연속적으로 결정하도록 구성되며,

[0129] 상기 유량 제어기(114)는 걸보기 온도에 기초한 수용 용기(108)의 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르도록 하기 위해, 유동 제어 디바이스(104)에 상기 편차에 대응하여 압축 가스의 유량을 변경하도록 명령하게 구성되는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0130] 양태 #20: 양태 19에 있어서, 상기 유량 제어기(114)는 타겟 온도( $T_{target}$ ) 및 걸보기 온도( $T_{112}$ )를 포함하는 온도 데이터를 저장하는 데이터 메모리와, 편차들을 결정하기 위한 비교기를 포함하는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0131] 양태 #21: 선행하는 양태들 중 어느 하나의 양태에 있어서, 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 순간 압력을 나타내는 걸보기 압력( $p_{110}$ )을 감지하고 이 걸보기 압력( $p_{110}$ )에 기초하여 압력 신호를 생성하는 압력 센서(110)를 더 포함하고, 상기 유량 제어기(114)는 연속적으로 분배 중에 타겟 온도( $T_{target}$ )를 생성하는 것에 의해 압력 신호의 함수( $T_{target} (p_{110})$ )로서 타겟 온도( $T_{target}$ )를 제공하는 생성기를 포함하는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0132] 양태 #22: 양태 21에 있어서, 유량 제어기(114)는 걸보기 온도( $T_{112}$ )와 타겟 온도( $T_{target}$ ) 간의 편차를 결정하는 비교기를 포함하는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0133] 양태 #23: 양태 21 또는 22에 있어서, 유량 제어기(114)는 타겟 온도( $T_{target}$ ), 선택적으로 걸보기 온도( $T_{112}$ )와, 걸보기 압력( $p_{110}$ )을 포함하는 온도 데이터 및 압력 데이터를 저장하는 데이터 메모리를 포함하고, 상기 생성기는 걸보기 압력( $p_{110}$ )을 변수로서 포함하고, 분배 프로세스 동안에 각각 일정한 하나 이상의 계수(X, Y)를 포함하는 프로그래밍된 공식 또는 고정 배선 공식(hard-wired formula)에 따라 타겟 온도를 생성하도록 구성되는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0134] 양태 #24: 양태 23에 있어서, 상기 계수(X, Y)는 분배 프로세스의 개시 시 또는 분배 프로세스의 개시에 근접하여 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 압력 또는 온도를 나타내는 초기 압력( $P_0$ ) 및 초기 온도( $T_0$ ) 중 적어도 하나로부터 유도되는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0135] 양태 #25: 양태 23 또는 24에 있어서, 상기 계수(X, Y)는 분배 프로세스의 종료 시의 수용 용기(108) 내의 압축 가스의 압력 또는 온도를 나타내는 소망하는 최종 타겟 압력( $P_{target,final}$ ) 및 소망하는 최종 타겟 온도( $T_{target,final}$ ) 중 적어도 하나로부터 유도되고, 상기 소망하는 최종 타겟 압력( $P_{target,final}$ ) 및/또는 소망하는 최종 타겟 온도( $T_{target,final}$ )는 미리 정해지고, 선택 가능하며, 수신 가능한 값 중 하나 이상으로서 미리 결정되는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

[0136] 양태 #26: 양태 18 내지 25 중 어느 하나의 양태에 있어서, 유량 제어기(114)는 고정 배선 및/또는 프로그래밍에 의해 양태 1 내지 양태 17 중 하나 이상의 방법을 수행하도록 구성되는 것인 압축 가스의 충전 시스템.

### 발명의 효과

[0137] 본 발명에 따르면, 안전하고 시간 효율적인 방식으로 가스를 수용 용기로 분배할 수 있는 방법 및 시스템이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0138] 본 발명은 도면을 참고로 하여 예로써 아래에서 설명된다. 아래에서 개시된 특징은 각각 개별적으로 또는 특징들의 임의의 조합으로 유리하게는 청구범위의 주제, 그리고 또한 전술한 실시예와 양태들을 전개한다.

도 1은 본 발명에 따른 가스 분배 시스템을 보여주는 도면.

도 2는 압력 경사율과 함께 타겟 온도 및 걸보기 온도 각각 대 경과 분배 시간의 플롯을 보여주는 도면.

도 3은 타겟 온도, 걸보기 온도 밑 압력 경사율 각각 대 걸보기 압력의 플롯을 보여주는 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0139] 후속하는 상세한 설명은 단지 바람직한 예시적인 실시예만을 제공하며, 본 발명의 범위, 적용성 또는 구성을 제한하도록 의도되지 않는다. 오히려, 후속하는 바람직한 예시적인 실시예에 관한 상세한 설명은 당업자에게 본 발명의 바람직한 실시예를 구현하기 위한 가능한 설명을 제공하고, 청구범위에 의해 규정되는 본 발명의 범위로부터 벗어나는 일 없이 요소의 기능 및 구성에 있어서 다양한 변화가 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0140] 여기에서 사용되는 단수 형태는 명세서와 청구범위에서 설명되는 본 발명의 실시예에서의 임의의 특징에 적용될 때에 하나 이상을 의미한다. 단수 형태의 사용은 제한하는 것으로 특별히 언급되지 않는 한 단일 특징에 대한 의미로 제한되지 않는다. "상기"라는 용어가 선행하는 단수 또는 복수 명사 또는 명사구는 특별히 명시된 특징부 또는 특별히 명시된 특징부들을 지칭하며, 이것이 사용되는 문맥에 따라 단수 또는 복수의 의미를 가질 수 있다. "임의의"라는 형용사는 양과는 상관 없이 하나, 복수 또는 전부를 가리지 않고 의미한다. 제1 객체와 제2 객체 사이에 놓이는 "및/또는"이라는 용어는 (1) 제1 객체, (2) 제2 객체, 및 (3) 제1 객체와 제2 객체 중 어느 하나를 의미한다. 3개 이상의 객체의 리스트 중에서 마지막 2개의 객체 사이에 놓이는 "및/또는"이라는 용어는 이 리스트에 있는 객체들의 임의의 특정 조합을 포함하는 리스트의 객체들 중 적어도 하나를 의미한다.

[0141] 청구범위에서, 영문자는 청구되는 단계들을 식별하는 데 사용될 수 있다[예컨대, (a), (b) 및 (c)]. 이러한 영문자는 방법 단계들을 인용하는 데 기여하도록 사용되며, 그러한 순서가 청구범위에 특별히 기술되지 않는 한 그리고 그러한 순서가 청구범위에 특별히 기술되는 정도로만 청구되는 단계들이 수행되는 순서를 나타내도록 의도되지 않는다.

[0142] 도 1은 본 발명에 따른 용기 충전 시스템(100)의 예시적인 실시예를 나타낸다. 시스템(100)은 공급 용기 형태의 압축 가스 공급부(102), 수용 용기(108) 및 수용 용기(108)를 공급부(102)에 작동 가능하게 연결하는 유체 이송부(103)를 포함한다. 유체 이송부(103)에서 공급 용기(102)와 수용 용기(108) 사이에 열교환기(105)가 작동 가능하게 배치될 수 있다. 수용 용기(108)에는 관련 변환기와 함께 압력 센서(110)와 온도 센서(112)를 포함하는 압력 및 온도 감지 장비가 장착된다. 시스템(100)은 유체 이송부(103)에 배치된 유동 제어 디바이스(104)와, 압력 센서(110) 및 온도 센서(112)와 통신하여 압력 센서(110)로부터 압력 신호를, 온도 센서(112)로부터 온도 신호를 수신하는 유량 제어기(114)를 더 포함한다. 유체 이송부(103)는 단일 도관으로 이루어진다. 그러나, 유체 이송부는, 예컨대 미국 특허 제2007/0079892 A1호에 개시된 유체 이송부와 유사하게 서로 평행한 하나 이상의 다른 도관으로 이루어질 수 있다. 유동 제어 디바이스(104)는 유동 제어 밸브, 바람직하게는 솔레노이드 밸브로서 예시된다. 유동 제어 디바이스(104)는 유체 이송부(103)의 유동 단면적을 증분식으로 또는 바람직하게는 연속적으로 변경할 수 있는 임의의 타입의 유동 제어 디바이스일 수 있다.

[0143] 유량 제어기(114)는 압력 센서(110) 및 온도 센서(112)로부터 수신된 신호에 대응하여 유동 제어 디바이스(104)에 명령하도록 유동 제어 디바이스(104)와 통신한다. 유동 제어 디바이스(104)와 유량 제어기(114)는 공급부(102)로부터 수용 용기(108)로의 압축 가스의 유량을 제어하도록 구성된다. 유량 제어기(114)는 특히, 수용 용기(108)가 온도 적응된 압력 상승율, 온도 적응된 압력 경사율, 즉 예컨대 MPa/분 단위로 측정되는 단위 시간당 수용 용기(108) 내의 가스압의 증가로 충전되도록 유동 제어 디바이스(104)와, 그리고 이에 따라 가스 유량을 제어하도록 되어 있을 수 있다. 유량 제어기(114)는 특히 압력 경사율을 선택할 수 있는 PLC일 수 있다.

[0144] 압력 경사율은 온도 센서(112)에 의해 결정된 수용 용기(108)의 온도가 미리 정해진 타겟 온도 프로파일, 즉 온도 상승 경로를 따르도록 제어하게 선택된다. 상기 제어 방법은 피드 포워드, 피드백 및/또는 PID 제어와 같은 임의의 표준 제어 방법일 수 있다. 걸보기 온도( $T_{112}$ )가 온도 센서(112)에 의해 측정될 수 있는 예시적인 실시예에서, 압축 가스의 유량은 필요에 따라 유량 제어기(114) 및 유동 제어 디바이스(104)에 의해 피드백 제어 방법으로 조절될 수 있다. 온도 센서(112)는 수용 용기(108) 내의 가스 온도를 측정한다. 가스 온도는 걸보기 온도( $T_{112}$ )로서 직접 얻어질 수 있는데, 그 이유는 걸보기 온도가 양호한 근사치로 수용 용기(108)의 임계적인 용기 구조의 온도를 나타내기 때문이다. 그러나, 측정되는 가스 온도는 대신에, 예컨대 가스와 주위 용기 구조 간의 열교환 모델에 따라 조정될 수 있다. 가스 온도를 측정하는 대신, 온도 센서(112)는 수정된 변형예에서 수용 용기(108)의 열 임계 구조의 온도를 직접 측정할 수 있고, 그러한 변형예에서 예컨대 용기의 셀 구조에 또는 셀 구조 내에 배치될 수도 있고, 수용 용기(108)의 셀에 의해 방출되는 열을 측정할 수도 있다.

[0145] 온도 상승 경로, 즉 타겟 온도 프로파일은 선형일 수도 있고, 용기 가열 모델을 기초로 한 다른 상승 경로 방정식일 수도 있다. 온도 상승 방정식으로서 제공되는 타겟 온도 프로파일은 경과 시간의 함수일 수 있는데, 그 이유는 가스 공급 및 충전이 시작되었고/시작되었거나 결보기 압력( $P_{110}$ )이 수용 용기(108) 내의 순간 압력을 나타내기 때문이다. 결보기 압력( $P_{110}$ )은 압력 센서(110)에 의해 결정된다. 압력 센서(110)는 특히, 수용 용기(108)의 가스압을 직접 측정하도록 배치될 수 있다.

[0146] 타겟 온도 프로파일은 특히 아래의 수학식을 따를 수 있다.

$$T_{\text{target}} = T_{\text{target}}(p_{110}) = T_{\text{max}} - X * p_{110}^Y \quad [\text{수학식 1}]$$

[0148] 상기 수학식에서,

[0149]  $T_{\text{target}}$ 은 타겟 온도 프로파일의 타겟 온도이며, 여기에서는  $T_{\text{target}}(p)$ 이다.

[0150]  $T_{\text{max}}$ 는 정격 최대 용기 온도( $^{\circ}\text{C}$ )로, 예컨대  $85^{\circ}\text{C}$ 이다.

[0151]  $p_{110}$ 은 예컨대 수용 용기(108)에서의 측정에 의해 결정되는 결보기 압력이다.

$$X = e^{(\ln(J)/(H-1))} \quad (\text{단위 없음})$$

$$Y = (\ln(C) / X) / \ln(P_{\text{target, final}}) \quad (\text{단위 없음})$$

$$H = \ln(P_0) / \ln(P_{\text{target, final}}) \quad (\text{단위 없음})$$

$$J = C^H / A \quad (\text{단위 없음})$$

$$A = T_{\text{max}} - \text{수용 용기의 최초 온도}(T_0)(^{\circ}\text{C})$$

$$P_0 = \text{수용 용기 내의 최초 압력}[\text{MPa}]$$

$$C = T_{\text{max}} - \text{소방하는 최종 타겟 온도}(T_{\text{target, final}})(^{\circ}\text{C})$$

$$P_{\text{target, final}} = \text{충전 종료시의 수용 용기 내의 소방하는 최종 타겟 압력}[\text{MPa}]$$

[0159] 상기 수학식 또는 타겟 온도 프로파일, 즉 타겟 온도가 분배 중에 실시간으로 생성되는 다른 적절한 수학식이 유량 제어기(114)에서 고정 배선 회로로서 또는 바람직하게는 프로그래밍된 루틴으로서 구현된다. 유량 제어기(114)는 결보기 압력( $p_{110}$ )과 결보기 온도( $T_{112}$ )를 수신할 때, 구현되는 온도 상승 수학식에 따라 타겟 온도( $T_{\text{target}}$ )를 생성하고, 온도의 순간적인 쌍, 즉 타겟 온도( $T_{\text{target}}$ )와 결보기 온도( $T_{112}$ )를 비교하여 타겟 온도( $T_{\text{target}}$ )로부터의 결보기 온도( $T_{112}$ )의 편차를 결정한다. 편차의 앞자리 및/또는 양, 예컨대 타겟 온도( $T_{\text{target}}$ )로부터의 결보기 온도( $T_{112}$ )의 분명한 차이에 따라, 유량 제어기(114)는, 상기 편차( $\Delta T$ )가 감소되도록 유동 제어 디바이스(104)에 명령하는 활동 변수(AV)를 형성한다. 유량 제어기(114)는 상기 비교가 결보기 온도( $T_{112}$ )가 너무 높다고 나타내면 압축 가스의 유량을 감소시키도록 유동 제어 디바이스(104)에 명령을 내리고, 결보기 온도( $T_{112}$ )가 너무 낮으면 유량을 증가시키도록 유동 제어 디바이스(104)에 명령을 내린다.

[0161] 유량 제어기(114)는, 결보기 온도( $T_{112}$ )가 소정 온도 안전 여유의 범위로 타겟 온도( $T_{\text{target}}$ ) 미만으로 유지되도록 유동 제어 디바이스(104)에 명령할 수 있다. 그러한 제어는 또한 온도 프로파일을 "따르도록하는 것"으로서 간주된다. 결보기 온도가, 예컨대 타겟 온도 프로파일로부터  $+5/-15^{\circ}\text{C}$ 인 경우, 결보기 온도 프로파일이 타겟 온도 프로파일을 따르는 것으로 간주될 수 있다. 결보기 온도 프로파일은, 예컨대 타겟 온도 프로파일로부터  $+5/-10^{\circ}\text{C}$  또는  $+1/-5^{\circ}\text{C}$ 로, 타겟 온도 프로파일을 보다 근접하게 따를 수 있다. 결보기 온도 프로파일은 결보기 온도로부터 생성되는데, 즉 결보기 온도 프로파일은 분배 동안의 수용 용기의 결보기 온도에 기인한다. 결보기 온도 프로파일은 분배 중의 결보기 온도 또는 결보기 온도로부터 계산된 값을 포함할 수 있다. 결보기 온도는 컴퓨터 메모리에 저장될 수는 있지만, 결보기 온도 프로파일의 저장이 요구되는 것은 아니다.

[0162] 정격 최대 온도( $T_{\text{max}}$ )는 통상적으로 시스템(100)에 의해 충전 가능한 모든 탑입의 용기에 대해 유효한 미리 설정

된 온도일 것이다. 그러나, 시스템(100), 예컨대 유량 제어기(114)는 충전 대상 수용 용기(108)의 정격 최대 용기 온도를 각각 확인하는 것이 가능할 수 있고, 이에 따라  $T_{max}$ 를 선택할 수 있다.

[0163] 계수 X 및 Y는 단지 미리 정해지거나 미리 선택가능한 값과, 압축 가스를 공급하고 수용 용기(108)를 충전하기 직전, 압축 가스를 공급하고 수용 용기(108)를 충전할 때 또는 압축 가스를 공급하고 수용 용기(108)를 충전한 직후에 단지 1회만 측정되는 프로세스 변수에만 기초한다. 이들 값과 프로세스 변수는  $T_{max}$ , 수용 용기(108)의 초기 온도( $T_0$ ), 수용 용기(108)의 초기 압력( $P_0$ ), 충전 종료 시의 소망하는 최종 타겟 온도 및 수용 용기(108)의 소망하는 압력이다. 초기 온도( $T_0$ )는 특히 분배 프로세스를 시작하기 직전, 분배 프로세스를 시작할 때 또는 분배 프로세스를 시작한 직후에 온도 센서(110)에 의해 측정된 걸보기 온도( $T_{112}$ )일 수 있다. 초기 압력은, 예컨대 압축 가스를 공급하고 수용 용기를 충전하기 직전, 압축 가스를 공급하고 수용 용기를 충전할 때, 또는 압축 가스를 공급하고 수용 용기를 충전한 직후에 측정될 수 있으며, 이때의  $p_{110}$ 일 수 있다. 소망하는 최종 타겟 온도는 온도 프로파일의 미리 선택된 보다 높은 온도값이고  $T_{max}$  미만의 온도값이다. 충전 종료 시의 수용 용기(108)에서의 소망하는 압력은 수용 용기(108)의 미리 선택된 보다 높은 압력값이다. 충전 종료 시의 소망하는 압력은 유량 제어기(114)의 미리 설정된 값일 수도 있고, 연결 시에 자동으로 또는 조작자에 의해 입력된, 수용 용기(108)로부터 선택적으로 수신된 확인 데이터를 기초로 유량 제어기(114)에 의해 결정될 수 있다. 일단  $T_{max}$ 가, 예컨대 미리 정해진 값 또는 수용 용기(108)로부터 또는 수용 용기(108)가 탑재되는, 예컨대 자동차 또는 트럭과 같은 시스템으로부터 수신된 값으로서 선택되고 계수 X 및 Y가 계산되고 나면, 걸보기 압력( $p_{110}$ )이 충전이 진행되는 동안에 온도 상승 방정식의 유일한 변수이다.

#### 예

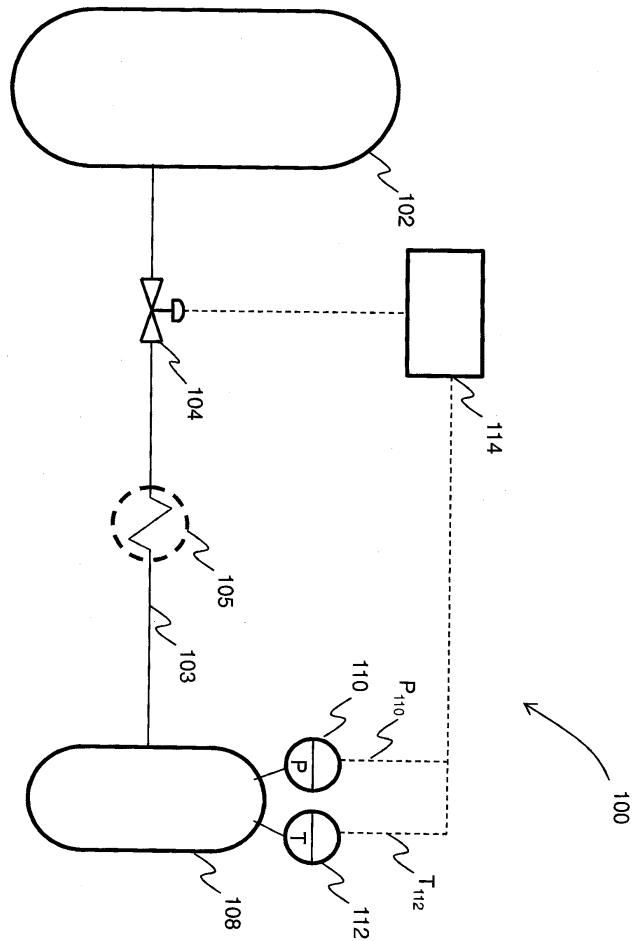
[0165] 도 2는 본 발명에 따른 예시적인 분배 프로세스로부터 유도되는 플롯이다. 도 2는 상기 온도 상승 방정식에 따른 타겟 온도( $T_{target}$ ), 수용 용기 온도( $T_{112}$ ) 및 압력 경사율, 즉 분당 MPa 단위로 측정된 수용 용기(108) 내의 압력 변화율의 플롯이다. x축에는 경과 분배 시간이 초 단위로 플로팅되어 있고, 0:00:30은 30초의 경과 시간이고, 0:01:00은 1분의 경과 시간 등이다. 예시적인 충전 프로세스에서, 수용 용기(108)는 최대 60 °C의 타겟 온도의 현장 조건 하에서 충전되었다. 60 °C를 상회하는 온도에 속하는 그래프의 섹션은 예시적인 분배 프로세스 동안에 수집된 데이터의 외삽법에 의해 유도되었다.

[0166] 플롯으로부터 유도될 수 있는 바와 같이, 피크까지의 충전 프로세스의 제1 단계에서 경사율을 상승시키는 것 및 충전 프로세스의 연속되는 제2 단계에서 경사율을 나머지 충전 프로세스 동안에 비교적 일정하게 유지될 수 있는 값으로 서서히 감소시키는 것에 의해 양호한 매치가 달성된다.

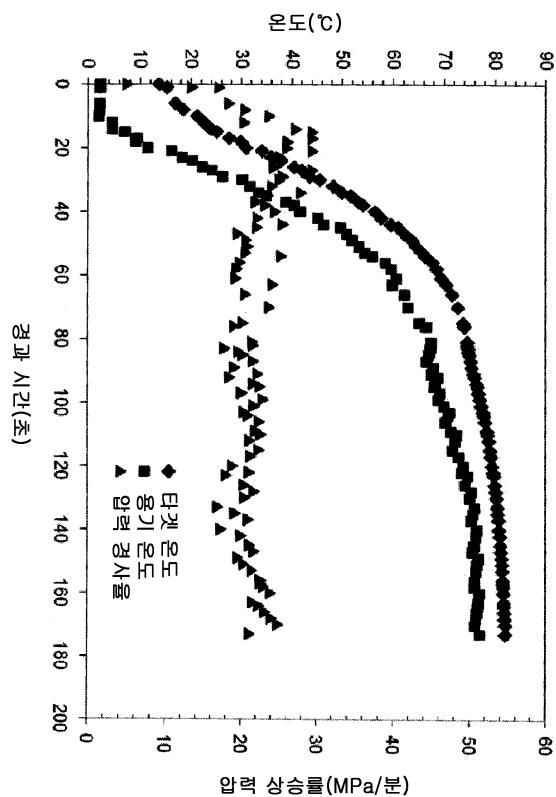
[0167] 도 3에는, 수용 용기(108) 내의 압력 - 특히 걸보기 압력( $p_{110}$ )이 취해질 수 있음 -에 대하여 타겟 온도( $T_{target}$ ), 걸보기 온도( $T_{112}$ ) 및 경사율이 플로팅되어 있다. 도 3의 그래프 - 용기 온도, 타겟 온도 및 경사율 - 은 오로지 현장 조건 하에서 실시되는 예시적인 분배 프로세스로부터 얻은 데이터만을 나타낸다.

도면

## 도면1



도면2



도면3

