(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0113395
(43) 공개일자 2014년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F17D 1/04 (2006.01) *F17C 7/00* (2006.01)
F17C 13/00 (2006.01) *F17D 1/07* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0028253
(22) 출원일자 2014년03월11일
심사청구일자 2014년03월11일
(30) 우선권주장
13/826,616 2013년03월14일 미국(US)

(71) 출원인
에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인코오포레이티드
미합중국 펜실베니아주 18195-1501 알렌타운시 해밀턴 불라바아드 7201
(72) 발명자
코헨 조셉 페리
미국 펜실배니아주 18017 베들레헴 우드미어 드라이브 1048
(74) 대리인
김태홍, 김성기

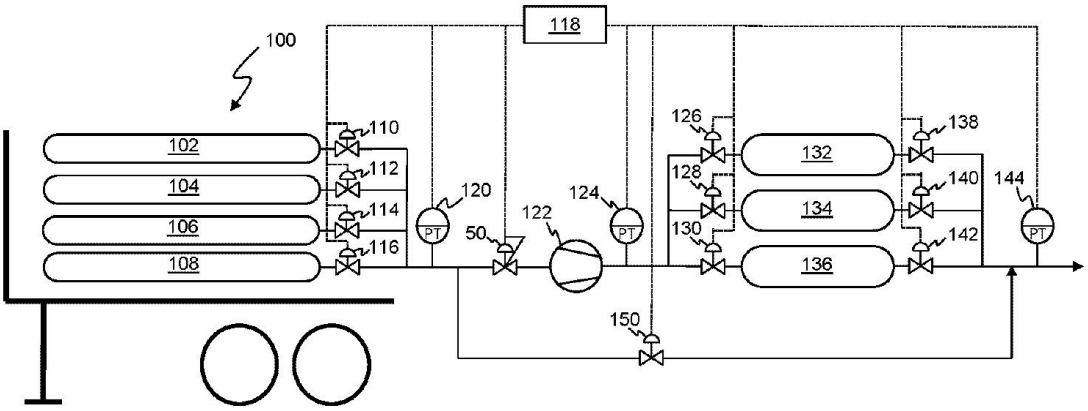
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 **압축 가스 분배 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 수용 용기에 대한 압축 가스의 분배 방법으로서, 분배 시스템에 공급하는 데에 필요한 압축 가스의 임계 압력을 산출하며, 임계 압력은 1주기 동안 예상 평균 시간 분배율에 따른다. 예컨대, 튜브 트레일러와 같은 복수의 공급 용기로부터 압축 가스가 통과하여, 복수의 저장 용기로부터 복수의 수용 용기로 분배된다. 압축 가스를 공급하는 공급 용기는, 산출된 임계 압력보다 높은 압축 가스 압력을 갖도록 요구된다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

제1 주기 동안 요구 평균 시간 분배율을 설정하는 단계;

상기 요구 평균 시간 분배율을 만족하도록 컴프레서에 공급하는데 필요한 압축 가스의 임계 압력을 산출하는 단계;

복수의 공급 용기 중 적어도 하나의 공급 용기로부터 압축 가스의 제1양을 인출하여, 상기 컴프레서를 통해 복수의 저장 용기 중 하나의 저장 용기로 압축 가스의 상기 제1양을 통과시키는 단계로서, 압축 가스의 상기 제1양의 압력은, 상기 복수의 공급 용기 중 적어도 하나의 공급 용기부터 인출될 때, 상기 제1 주기의 적어도 90% 동안 임계 압력보다 큰 단계; 및

상기 복수의 저장 용기 중 하나의 저장 용기로부터 하나 이상의 수용 용기로 압축 가스의 상기 제1양을 분배하는 단계

를 포함하는 압축 가스 분배 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 주기의 시작시에, 상기 압축 가스는 상기 복수의 공급 용기 중 제1 공급 용기로부터 인출되며, 상기 제1 공급 용기는 상기 임계 압력보다 높은 압축 가스 압력을 갖는 상기 복수의 공급 용기의 임의의 다른 공급 용기 중 최저 압력의 압축 가스 압력을 갖는 것인 압축 가스 분배 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 특허 출원은, 2013년 3월 14일자로 출원된 미국 특허 출원 명칭 "Method for Dispensing Compressed Gases"에 관련되어 있다.

배 경 기 술

[0003] 본 발명은, 수소 또는 그 외의 압축 가스를, 예컨대 차량용 연료 탱크와 같은 수용 탱크에 운송하는 방법에 관한 것이다. 본원에서는 본 발명을 수소 연료 차량의 연료 탱크에 대한 압축 수소 가스의 운송에 관하여 기술하지만, 당업자라면 본 발명이 다른 용례를 갖는다는 것을 알 것이다. 예컨대, 연료로서 사용되거나 또는 사용될 수 없는 다른 압축 가스를 운송하는 데에 이용될 수 있고, 압축 가스는 차량용 연료 탱크 외에 다양한 타입의 수용 탱크로 운송될 수 있다.

[0004] 수소 압축 가스는 보통 튜브 트레일러를 이용하여 공급된다. 튜브 트레일러는 공급고에서 충전되고, 압축 가스 분배 스테이션을 통해 방출되며, 재충전을 위해 공급고로 복귀한다.

[0005] 산업계에서는 수소 및 다른 압축 가스를 고압 상태로 하여 운송하기를 원하며, 보통 튜브 트레일러의 압축 가스의 압력을 초과시킨다. 튜브 트레일러로부터의 압축 가스는, 압축 가스 분배 스테이션에서 고압 압축 가스로 수용 용기에 분배하는 동안 저장 용기에 더욱 압축되어 질 수 있다.

[0006] 또한, 산업계에서는, 수용 용기가 항시 압축 가스의 충분한 및/또는 원하는 충전량을 얻도록, 분배 스테이션의 저장 용기를 적합한 고압 상태로 유지함으로써, 압축 가스를 수용 용기에 적합하게 공급하기를 원한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 압축 가스를 분배하는 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 방법의 다양한 양태를 이하에 개략적으로 설명한다.

[0009] 제1 양태 :

[0010] 제1 주기 동안 요구 평균 시간 분배율을 설정하는 단계;

[0011] 상기 요구 평균 시간 분배율을 만족하도록 컴프레서에 공급하는데 필요한 압축 가스의 임계 압력을 산출하는 단계;

[0012] 복수의 공급 용기 중 적어도 하나의 공급 용기로부터 압축 가스의 제1양을 인출하여, 상기 컴프레서를 통해 복수의 저장 용기 중 하나의 저장 용기로 압축 가스의 상기 제1양을 통과시키는 단계로서, 압축 가스의 상기 제1양의 압력은, 상기 복수의 공급 용기 중 적어도 하나의 공급 용기부터 인출될 때, 상기 제1 주기의 적어도 90% 동안 임계 압력보다 큰 단계; 및

[0013] 상기 복수의 저장 용기 중 하나의 저장 용기로부터 하나 이상의 수용 용기로 압축 가스의 상기 제1양을 분배하는 단계를 포함하는 압축 가스 분배 방법.

[0014] 제2 양태 :

[0015] 제1항에 있어서, 상기 제1 주기의 시작시에, 상기 압축 가스는 상기 복수의 공급 용기 중 제1 공급 용기로부터 인출되며, 상기 제1 공급 용기는 상기 임계 압력보다 높은 압축 가스 압력을 갖는 상기 복수의 공급 용기의 임의의 다른 공급 용기 중 최저 압력의 압축 가스 압력을 갖는 것인 압축 가스 분배 방법.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 압축 가스 공급 시스템을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 후술하는 설명은, 단지 선호되는 바람직한 실시형태를 제공할 뿐이며, 본 발명의 범위, 적용 가능성 또는 구성을 한정하려는 의도는 없다. 구체적으로, 선호되는 바람직한 실시형태의 후술하는 설명은, 당업자에게 본 발명의 선호되는 바람직한 실시형태를 실행하기 위해 가능한 설명을 제공하며, 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않게, 구성 요소의 기능 및 배치를 다양하게 변경할 수 있음이 이해되어야 한다.

[0018] 본원에 사용되는 단수 표현의 용어는, 명세서 및 청구범위에 개시된 본 발명의 실시형태에서의 임의의 특징에 적용될 때 하나 이상을 의미한다. 단수 표현의 용어의 사용은, 별도의 언급이 없는 한, 단일 특징부에 의미를 한정하는 것은 아니다. 단일 또는 복수의 명사 또는 명사구 앞에 기재된 "상기"라는 표현의 용어는, 특정한 특징부 또는 특정한 특징부들을 나타내며, 그것이 사용된 문맥에 따라서 단수 또는 복수의 함축적 의미를 가질 수 있다. "임의의"라는 표현은, 하나, 일부 또는 모든 식별 불가능한 어떠한 양을 의미한다. 제 1 엔티티(entity)와 제 2 엔티티 사이에 위치되는 "및/또는"이라는 용어는, (1)제 1 엔티티, (2)제 2 엔티티, 및 (3)제 1 엔티티 및 제 2 엔티티 중 어느 하나를 의미한다. 3개 이상의 엔티티 중의 마지막 2개의 엔티티 사이에 배치되는 "및/또는"이라는 용어는, 리스트 내의 엔티티의 임의의 특정 조합을 포함하는 리스트 내의 엔티티 중 적어도 하나를 의미한다.

[0019] 본원에 사용된 바와 같이, "복수"라는 용어는 2 이상을 의미한다.

[0020] 별도의 언급이 없는 한, 본원에 사용되는 모든 압력값은 게이지 압력이다.

[0021] 청구항에 있어서, 청구되는 단계를 식별하기 위해 마크가 사용될 수 있다[예컨대, (a), (b), (c)]. 이들 마크는 방법 단계를 참조하기 쉽게 하기 위해 사용되는 것이며, 청구된 단계를 실행하기 위한 순서를 지시하는 것은 아니다.

[0022] 간단화 및 명료화를 목적으로, 공지된 장치, 회로 및 방법의 상세한 설명은, 본 발명의 설명을 불필요한 세부사항으로 불명료하게 하지 않기 위해서 생략된다.

[0023] 본 발명은, 압축 가스를 수용 용기에 분배하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0024] 본원에 사용된 바와 같이, "압축 가스"라는 용어는, 초임계 유체 및 가압 가스[1 atm(절대압) 초과 및 가스의 임계 압력 미만 또는 가스의 임계 온도 미만의 온도에서의 가스]를 포함한다. 압축 가스는 단일 종(species) 또는 종의 혼합물일 수 있다. 압축 가스는 수소 가스일 수 있다. 압축 가스는 천연 가스일 수 있다.

[0025] 수용 용기는, 예컨대 압축 가스를 이용하는 자동차, 트럭, 지게차 또는 다른 차량 내의 용기로서, 압축 가스를 수용하기 위해 적합한 임의의 용기일 수 있다.

[0026] 상기 방법을 실행하는 데 적합한 장치가 도 1에 도시되어 있으며, 도 1을 참조하여 상기 방법이 잘 이해될 수 있다.

[0027] 본 장치는, 튜브 트레일러(100)를 구비하고 있다. 튜브 트레일러는, 복수의 공급 용기(102, 104, 106, 108) 및 관련 밸브(110, 112, 114, 116)를 구비하고 있다. 튜브 트레일러는, 적어도 2개의 공급 용기를 구비하고 있으며, 2개 이상의 임의의 적절한 수의 공급 용기를 구비할 수도 있다. 단일의 공급 용기(102)로 도시되어 있지만, 공급 용기(102)는, 매니폴드에 의해 접속된 2개 이상의 용기를 구비하는 튜브 뱅크(tube bank)일 수 있으며, 튜브 뱅크로부터의 유량은 밸브(110)에 의해 제어된다. 마찬가지로, 공급 용기(104, 106, 108)는, 각 튜브 뱅크로부터의 유량이 각각의 밸브(112, 114, 116)로 제어되어 매니폴드에 의해 접속된 각각의 튜브 뱅크일 수 있다.

[0028] 압축 가스는 튜브 트레일러(100)를 통해 압축 가스 분배 스테이션으로 이송될 수 있다. 튜브 트레일러는 공급고에서 충전되고, 압축 가스 분배 스테이션을 통해 방출되며, 재충전을 위해 공급고로 복귀할 수 있다.

[0029] 멀티플 튜브 트레일러는, 미국 특허 제4,380,242호와 미국 특허 제4,139,019호 및 미국 특허 출원 제12/785761호에 기재된 것이 이용될 수 있으며, 그 개시 내용은 본원의 교시와 상반되지 않는 범위 내에서 참조로서 본원에 각각 인용되어 있다.

[0030] 상기 장치는, 압력 트랜스미터(120), 압력 조절 밸브(50) 및 컴프레서(122)를 더 구비한다.

[0031] 압력 트랜스미터(120), 압력 조절 밸브(50) 및 컴프레서(122)는, 고정된 장소에 있는 압축 가스 분배 스테이션의 전형적인 부품이다. 대안적으로, 압축 가스 분배 스테이션은 이동식 압축 가스 분배 스테이션일 수도 있다. 대안적으로, 압력 트랜스미터(120)는 튜브 트레일러의 부품일 수도 있다.

[0032] 컴프레서는, 예컨대 Hydro-pak사의 FLEXI-POWER™ 컴프레서와 같은 분배 애플리케이션을 위한 임의의 적합한 컴프레서일 수 있다. 적합한 컴프레서란, 상용 가능하고 종사자가 적합한 컴프레서를 손쉽게 설정할 수 있는 것이다.

[0033] 압력 조절 밸브(50)는, 컴프레서로의 유입 압력이 컴프레서에 대한 최대 허용 유입 압력을 초과하지 않도록 확보하는 데에 이용된다. 압력 조절 밸브는, 사용자에 의해 설정될 수 있는 설정점 압력을 갖고 있다. 압력 조절 밸브는, 유입 압력이 변하는 동안, 밸브를 통과하는 압력을 설정점 압력에 유지하려 한다. 압력 조절 밸브로의 유입 압력이 설정점 압력보다 낮은 경우, 압력 조절 밸브로부터의 유출 압력이 유입 압력과 대략 동일해지도록, 압력 조절 밸브가 전개방 위치로 이동할 수 있다.

[0034] 튜브 트레일러가 공급고로부터 분배 스테이션에 처음 도착하면, 복수의 공급 용기(102, 104, 106, 108)는 용량이 최대 상태이며, 압력 상태는 컴프레서에 대해 최대 허용 압력 이상, 예컨대 약 50 MPa이다. 컴프레서에 대한 최대 허용 압력은 설정된 컴프레서에 따르며, 예컨대 약 20 MPa보다 약간 높을 수 있다. 이후, 압력 조절 밸브(50)의 설정점 압력은 20 Mpa로 설정될 수 있다.

[0035] 또한, 상기 장치는 복수의 저장 용기(132, 134, 136)를 구비한다. 상기 복수의 저장 용기는, 적어도 2개의 저장 용기를 구비하며, 2개 이상의 임의의 적절한 수의 공급 용기를 구비할 수도 있다. 단일의 저장 용기(132)로 도시되어 있지만, 저장 용기(132)는 매니폴드에 의해 접속된 2개 이상의 용기를 구비하는 튜브 뱅크일 수 있으며, 튜브 뱅크로부터의 유량은 밸브(126)로 제어되고, 튜브 뱅크로부터의 유량은 밸브(138)로 제어된다. 마찬가지로, 저장 용기(134)는 튜브 뱅크로부터의 유량이 밸브(128, 140)로 각각 제어되어 매니폴드에 의해 접속된 튜브 뱅크일 수 있으며, 저장 용기(136)는 튜브 뱅크로부터의 대한 유량이 밸브(130, 142)에 의해 제어되어 매니폴드에 의해 접속된 튜브 뱅크일 수 있다.

[0036] 공급 용기(102, 104, 106, 또는 108)로부터의 압축 가스는, 압력 조절 밸브(50)를 거쳐 컴프레서(122)를 통과한다. 압축 가스가 각각의 용기로부터 통과되어 나올 때, 각 공급 용기의 압력은 압력 트랜스미터(120)에 의해 모니터링 될 수 있다. 대안적으로, 각 공급 용기 내의 압력은 각각의 공급 용기에 장착된 별도의 압력 트랜스미터에 의해 모니터링 될 수 있다. 컴프레서(122)로부터의 배출 압력은 압력 트랜스미터(124)에 의해 모니터링 될 수 있다. 압축 가스는 복수의 저장 용기(132, 134, 136) 중 하나의 저장 용기에 통과된다.

[0037] 복수의 저장 용기는, 본원에 참조로 인용된 미국 특허 출원 제13/162739호에 개시된 방법에 따라 충전될 수

있다.

[0038] 복수의 저장 용기(132, 134, 136)는, 밸브(126, 128, 130)를 이용하여 선택적으로 충전될 수도 있다. 각 복수의 저장 용기에서의 압력은, 각 저장 용기(132, 134, 136)의 압력 트랜스미터(도시 생략)에 의해, 또는 충전 밸브가 개방된 임의의 시간에서의 압력 트랜스미터(124)로 컴프레서의 토출 압력의 압력을 기록함으로써, 또는 분배 케스케이드(cascade) 밸브(138, 140, 또는 142) 중 하나가 개방된 임의의 시간에서의 압력 트랜스미터(144)로 분배 공급 압력을 모니터링함으로써, 감시될 수 있다.

[0039] 종래의 공지된 케스케이드 기술을 이용하여, 압축 가스는 복수의 저장 용기(132, 134, 136)로부터 도관(148)을 거쳐 수용 용기(도시 생략)로 통과되며, 이때 압축 가스는 저압축 가스압을 갖는 저장 용기로부터 인출되고 나서 고압축 가스압을 갖는 저장 용기로부터 인출된다.

[0040] 또한, 조절 밸브(20), 컴프레서(122) 및 복수의 저장 용기(132, 134, 136) 중 임의의 저장 용기를 통과하는 일 없이, 공급 용기로부터 바이패스 밸브(150)를 거쳐 수용 용기로 압축 가스가 직접 통과될 수도 있다. 수용 용기보다 큰 임의의 공급 용기 내의 압축 가스인 경우, 컴프레서를 우회할 수 있다.

[0041] 공급 용기로부터 저장 용기까지의 유량, 및 저장 용기로부터 수용 용기까지의 유량을 제어하기 위한 밸브의 동작은 제어기(118)에 의해 제어된다. 제어기(118)는, 예컨대 컴퓨터, PLC 등과 같은 임의의 적합한 제어기일 수 있다. 제어기(118)는 압력 트랜스미터(120, 124, 144)로터 입력 신호를 수취할 수 있다. 제어기(118)는 밸브(110,112, 114, 116,126, 128, 130, 138, 140, 142) 개폐하기 위해 신호를 송출할 수 있다. 밸브(110,112, 114, 116,126, 128, 130, 138, 140, 142)는, 예컨대 전기식 작동 및 공압식 작동과 같은 임의의 공지된 방법에 의해 작동될 수 있다.

[0042] 본 발명자는, 수용 용기가 압축 가스의 충분한 및/또는 원하는 충전량을 확보하기 위해서는, 공급 용기로부터 컴프레서까지의 압축 가스의 공급 압력이 분배율 요구 조건을 만족하기 위해 충분이 높아야만 한다는 것을 인지하였다.

[0043] 상기 방법은, 제1 주기 동안 요구 평균 시간 분배율을 설정하는 단계를 포함하고 있다.

[0044] 평균 시간 분배율이란, 특정 시간 주기 동안 분배된 압축 가스의 총량(예컨대, kg 단위)을 상기 시간 주기의 길이(예컨대, h 단위)로 나눈 것이다. 예컨대, 2 h의 시간 주기 내에 20 kg이 분배된 경우, 평균 시간 분배율의 결과값은 10 kg/h인 것이다.

[0045] 또한, 상기 방법은, 요구 평균 시간 분배율을 만족하도록 컴프레서(122)에 공급하는 데 필요한 압축 가스의 임계 압력을 산출하는 단계를 포함한다. 요구 평균 시간 분배율을 만족하도록 컴프레서에 공급하는 데 필요한 임계 압력이 산출될 수 있다.

[0046] 컴프레서를 통과하는 유량은, 최대 허용 유입구 흡입 압력까지의 유입구 흡입 압력의 일차 함수에 의해 산정될 있고, 예컨대 $F=A*P_{흡입}+B$이며, 여기서 F는 컴프레서를 통과하는 유량이고, $P_{흡입}$은 유입구 흡입 압력이며, A와 B는 컴프레서에 대한 유입구 흡입 압력과 유량 사이의 관계를 나타내는 파라미터이다. 예컨대, Hydro-pak사의 FLEXI-POWER™ 컴프레서에 있어서는, A=14.296이고 B=26.378이며, 여기서 유량의 단위는 그램 H_2/분이고, 유입구 흡입 압력의 단위는 MPa이다.

[0047] 유량과 유입구 흡입 압력 사이의 관계에서는, 임계 압력을 산출하기 위해 고쳐 쓸 수 있으며, 여기서 유입구 흡입 압력은 임계 압력이고 유량은 요구 유량이다. 그러면, $P_{임계}=(F-B)/A$이며, 여기서 $P_{임계}$의 단위는 MPa이고, F의 단위는 그램 H_2/분이다. 요구 유량은, 그램 H_2/분으로 통상 사용 주기 동안의 예상 평균 스테이션 사용 유량이다. 이 등식은, 특정한 Hydro-pak사의 FLEXI-POWER™ 컴프레서의 성능에 기초하고 있다. 이 등식은 실제 스테이션에 사용되는 실제 컴프레서의 유량에 맞추어 수정될 수 있다.

[0048] 상기 방법은 복수의 공급 용기(102, 104, 106, 108) 중 적어도 하나의 공급 용기로부터 가스의 제1양을 인출하여, 컴프레서(122)를 통해 복수의 저장 용기(132, 134, 136) 중 하나의 저장 용기에 압축 가스의 제1양을 통과시키는 단계를 포함한다. 상기 방법에 따르면, 적어도 하나의 공급 용기부터 인출될 때의 압축 가스의 제1양의 압력은, 제1 주기의 적어도 90% 동안 산출된 임계 압력보다 크다. 압축 가스의 제1양이 공급 용기로부터 최초 인출될 때, 가스의 제1양은, 임계 압력보다 높은 최저 압축 가스 압력을 갖는 공급 용기로부터 인출될 수 있다. 공급 용기로부터 수용 용기까지의 가스의 최대 이송을 허용한다는 점에서, 임계 압력보다 높

은 최저 압축 가스 압력을 갖는 공급 용기로부터 압축 가스를 인출하는 것은 유용하다.

[0049] 임계 압력보다 높은 압축 가스 압력을 갖는 공급 용기로부터 압축 가스를 인출하는 것은, 복수의 저장 용기(132, 134, 136) 중 적어도 하나의 저장 용기가, 정해진 수용 용기에 압축 가스의 요구 충전량을 공급하도록 충분한 압력 상태의 압축 가스를 가질 수 있다는 점을 확실하게 한다.

[0050] 상기 방법은, 저장 용기로부터 1개 이상의 수용 용기(도시 생략) 내로의 압축 가스의 제1양을 분배하는 단계를 포함한다.

[0051] 1개 이상의 수용 용기로의 압축 가스의 제1양을 분배하는 단계는, 압축 가스의 제1양을 수용하는 저장 용기로 압축 가스의 제1양이 통과된 후 임의의 시간에 일어날 수 있다. 저장 용기로부터 수용 용기로의 제1양을 분배하는 단계는, 공급 용기로부터 저장 용기로 제1양의 통과시키는 단계와 동시에 발생할 수 있다.

[0052] 구체예

[0053] 실시예에서의 수소 연료 스테이션은, 완충시 52 MPa의 압력을 갖는 4개의 2000 리터 공급 용기를 구비하고 있다. 상기 스테이션은, 완충시 각각 90 MPa의 압력을 갖는 3개의 340 리터 공급 용기를 구비할 수도 있으며, 압력이 50 MPa로 하강될 때까지 사용될 수 있다.

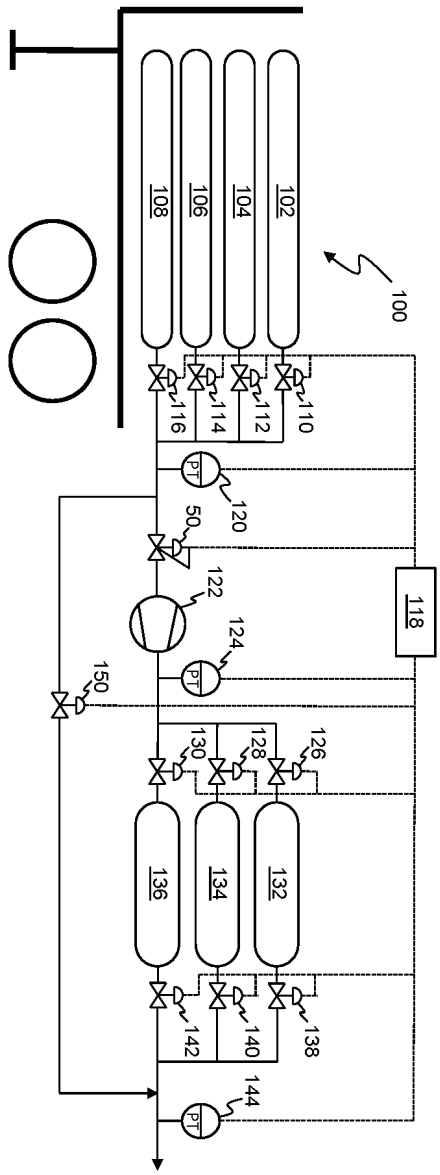
[0054] 공급 용기를 운반하는 트레일러가 공급고에 최초 도착하면, 4개의 소스 용기 모두 내의 압력은 52 MPa이다. 컴프레서가 소스 용기로부터의 가스를 인출하여 저장 용기로 압축 수소 가스를 이송함으로써, 소스 용기 내의 가스 압력이 하강될 수 있다.

[0055] 제1 공급 용기의 압력이 20 MPa(컴프레서에 대한 최대 유입구 흡입 압력 및 압력 조절 밸브의 설정점 압력) 아래로 감소될 때까지, 컴프레서는 제1 공급 용기로부터의 수소를 인출한다. 적어도 하나의 공급 용기 내의 압력이 3 MPa 내지 20 MPa 사이가 되면, 컴프레서는 예상 평균(평균치) 스테이션 분배율에 따라 특정 공급 용기로부터 수소를 인출할 수 있다. 예컨대, 스테이션이 시간당 5 kg 수소 용량을 갖는 한대의 차량을 충전하는 것이 예상된다면, 임계 압력은 4 MPa일 것이다. 예컨대, 스테이션이 시간당 각각 5 kg 수소 용량을 갖는 세대의 차량을 충전하는 것이 예상된다면, 임계 압력은 15.6 MPa일 것이다.

[0056] 이 프로토콜은, 사용자 사용량을 유지하면서 공급 용기의 최대 사용을 제공한다.

도면

도면1


100
102
104
106
108
110
112
114
116
118
120
122
124
126
128
130
132
134
136
138
140
142
144
150
50
PT