



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0039706
(43) 공개일자 2023년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/42 (2014.01) H01M 10/0525 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/4228 (2013.01)
H01M 10/0525 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7005360
(22) 출원일자(국제) 2021년07월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년02월15일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2021/069442
(87) 국제공개번호 WO 2022/013212
국제공개일자 2022년01월20일
(30) 우선권주장
20305813.6 2020년07월15일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
마르포스
프랑스, 77500 셀, 3,5,7 루 드 라 튜일레리, 작
드 라 마들렌
(72) 발명자
코헨, 엘리
프랑스, 75010 파리, 29 루에 드 레크로이
볼라로, 주세페
이탈리아, 볼로냐, 40068 산 라자로 디 사베나,
비아 마르티리 디 피조칼보 109/1
(74) 대리인
특허법인(유)화우

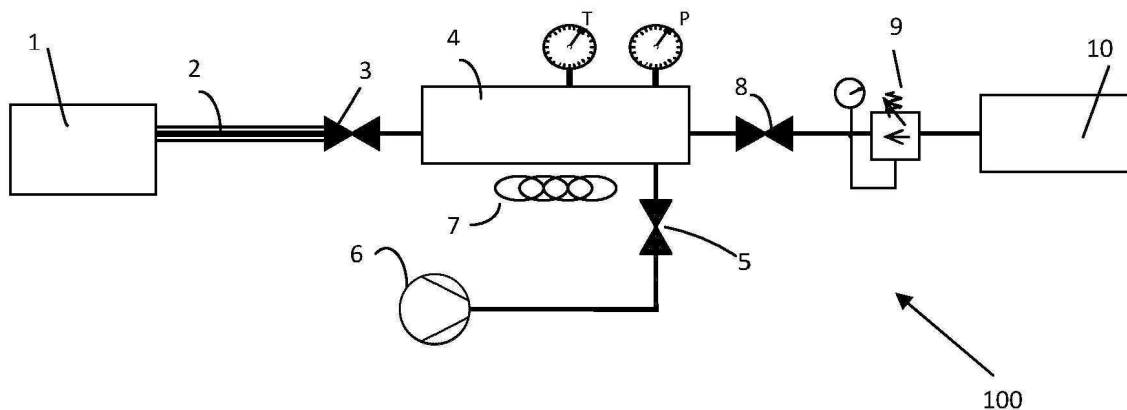
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 배터리 셀의 누출 검사를 위한 방법

(57) 요약

진공 챔버와, 및 검출 및 측정 기구를 포함하는 누출 검사 시스템을 사용하는 완성된 배터리 셀의 누출 검사를 위한 방법으로서, 해당 방법은, 진공 챔버에 셀을 위치 결정하는 단계, 진공 챔버를 밀봉하는 단계, 진공 챔버 내부의 압력이 감소되는 진공 생성 구간을 시작하는 단계, 셀 내부의 부품 및/또는 물질로부터 도출된 가스 및/또는 증기가 셀로부터 누출되는 안정화 구간을 시작하는 단계, 셀로부터 누출되는 가스 및/또는 증기를 검출 및 측정 기구를 향해 가압하여 보조 가스가 진공 챔버로 공급되는 가속 구간을 시작하는 단계, 및 검출 및 측정 기구를 사용하여 누출물을 검출하는 단계를 포함한다. 가속 단계에서, 누출 검사 시스템 내부의 압력이 상승하여, 셀로부터 검출 및 측정 기구를 향해 누출되는 가스 및/또는 증기의 흐름을 증가시킨다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

배터리 셀의 누출 검사 방법으로서,

상기 셀은 밀봉되어 있으며, 진공 챔버(4) 및 검출 및 측정 기구(1)를 포함하는 누출 검사 시스템(100)을 사용하여 상기 배터리 셀의 작동에 필요한 부품 및 물질로 구성되되, 다음의 단계, 즉,

- 셀(2)의 적어도 한 부분이 상기 진공 챔버(4) 내에 있도록 상기 셀이 위치 결정되는 단계,
- 상기 진공 챔버(4)를 밀봉하는 단계,
- 상기 진공 챔버(4) 내부의 압력이 확인될 셀 내부의 압력 레벨보다 낮은 레벨로 감소되는 진공 생성 구간을 시작하는 단계 - 상기 낮은 레벨은, 누출의 경우에 상기 셀 내부의 상기 부품 및/또는 물질로부터 도출되는 상기 가스 및/또는 증기가 상기 셀로부터 누출되도록 함 -,
- 누출의 경우, 상기 가스 및/또는 증기가 상기 셀로부터 누출되는 안정화 구간을 시작하는 단계,
- 상기 셀로부터 누출되는 상기 가스 및/또는 증기를 상기 검출 및 측정 기구(1)를 향해 가압하여 보조 가스가 상기 진공 챔버(4)로 공급되는 가속 구간을 시작하는 단계, 및
- 상기 검출 및 측정 기구(1)를 사용하여 상기 누출율을 검출하는 단계

를 포함하되, 반드시 이 순서로 수행되는 것은 아니고,

상기 가속 구간은, 상기 누출 검사 시스템(100) 내부의 압력을 상승시켜 상기 셀로부터 상기 검출 및 측정 기구(1)를 향해 누출되는 상기 가스 및/또는 증기의 흐름을 증가시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 누출 검사 시스템(100) 내부의 압력은, 상기 보조 가스를 상기 진공 챔버(4) 내로 사전 결정된 양을 불연속적으로 공급함으로써 상승시키는 것인, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 보조 가스의 공급량은, 상기 진공 챔버(4)의 부피에 비례하는 것인, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 누출 검사 시스템(100) 내부의 압력은, 상기 셀로부터 누출되는 상기 가스 및/또는 증기의 압축을 야기하는 상기 누출 검사 시스템(100)의 내부 부피를 감소시키는 기계적 수단을 작동시킴으로써 상승시키는 것인, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기계적 수단은, 상기 진공 챔버(4) 내부에 배치된 피스톤(11)을 포함하는 것인, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기계적 수단은, 상기 진공 챔버(4)와 상기 검출 및 측정 기구(1) 사이에 배치된 피스톤(13)을 포함하는 것인, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 검출 및 측정 기구(1)에 의해 검출되는 상기 가스 및/또는 증기는, 디메틸 카보네이트로 구성되는 것인, 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보조 가스는, 아르곤으로 구성되는 것인, 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 하나 이상의 완성된 배터리 셀의 누출 검사를 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다. 이 방법은, 작동에 필요한 부품(예컨대, 양극, 음극 및 분리막) 및 화학 물질(예컨대, 전해질)이 이미 셀에 삽입되고 그 셀이 밀봉되었을 때, 전체 셀이나 그 일부분만이라도 누출 기밀도(leak tightness)를 확인할 수 있다.
- [0002] 누출 검사는, 부식이 있을 수 있고 어떤 경우에도 배터리의 올바른 기능에 영향을 미칠 수 있는, 배터리에 포함된 전해질이 누출되지 않았음을 보장하기 위해, 일반적으로 모든 다른 유형의 배터리에 대해 중요하다.
- [0003] 이러한 유형의 검사는 외부로부터 들어오는 환경적인 습기 또는 다른 화학적 물질이 배터리, 특히, 배터리를 형성하는 하나 이상의 셀에 들어가지 않도록 하는 것이 절대적으로 필요한 리튬 이온 배터리와 같은 배터리에 더욱 기본적으로. 이것은 배터리 내부에 있거나 사용 중에 형성될 수 있는 화학 물질이 물이나 다른 화학적 화합물과 접촉하여 격렬하게 반응하는 것 또는 어떠한 경우에도 배터리의 기능에 영향을 미치는 것을 방지하기 위한 것이다.

배경 기술

- [0004] 현재 상이한 유형의 기술이 배터리 누출 검사에 사용된다. 이들 중 일부는 배터리 내부의 각 셀에 주입 홀, 즉, 셀 내부에 접근 가능하게 하고 외부 환경과 통신 가능하게 배치하는 셀 케이스 내의 개구가 있어야 한다.
- [0005] 따라서, 누출 검사는 미완성 셀, 즉, 아직 밀봉되지 않은 셀에서 수행된다.
- [0006] 다른 기술들은 하나 이상의 완성 배터리 셀, 즉, 전해질이 이미 주입되고 이미 밀봉된 셀에 대한 누출 검사를 수행할 수 있게 한다.
- [0007] 이들 기술의 다수는 누출 검사의 유일한 목적을 위해 전해질과 함께 추가 가스, 예를 들어, 헬륨을 셀에 주입해야 한다. 이와 같은 추가 가스는 추적 가스(tracer gas) 또는 표시 가스(indicator gas), 즉, 누출 이벤트 시 질량 분석기에 의해 검출될 가스로서의 역할을 한다.
- [0008] 셀이 진공 챔버 내부에 배치된 후, 질량 분석기를 사용하여 셀에서의 누출로 인해 셀로부터 진공 챔버로 누출될 수 있는 추적 가스를 검출하여, 셀에서의 누출의 출현을 검출할 수 있다.
- [0009] 종래 기술의 일부 예들이 이하에 기술된다.
- [0010] a. 공기를 이용하여 배터리 셀을 검사하는 것
- [0011] 셀 내부에 압축 공기를 공급하고, 셀 주입 홀을 밀봉하고, 또한 케이싱의 누출로 인해 발생할 수 있는 압력 강하 또는 유량을 측정하는 것에 의해 셀의 케이싱만 검사할 수 있다.
- [0012] b. 헬륨을 추적 가스로 사용하여 전해질이 셀에 주입되기 전에 배터리 셀을 검사하는 것
- [0013] 전해질이 아직 주입되지 않았고, 따라서 전해질이 셀 내로 주입되는 주입 홀이 여전히 개방된 스테이지에서, 이

미 양극, 음극 및 분리막을 포함하는 빈 셀 케이싱이나 케이싱을 검사하는 것이 가능하다.

- [0014] 셀은 진공 챔버 또는 저장 챔버에 삽입된다(검출되어야 하는 누출 레벨에 따라 다름). 그런 다음, 압력 하에서 헬륨이 셀 내부에 삽입되고, 셀 내부로부터 발생 가능한 누출을 통해 챔버로 흐르는 헬륨의 양이 질량 분석기를 사용하여 측정된다.
- [0015] 전술한 두 기술의 주요 단점은 누출 검사가 미완성 셀, 즉, 아직 밀봉되지 않은 셀에서 수행된다는 것이다. 따라서, 전해질이 이미 주입되어 있고 주입 홀이 영구적으로 밀봉된 셀에서는 검사를 수행할 수 없다.
- [0016] c. 전해질이 주입되고 셀이 밀봉된 후, 전해질 주입 단계 동안, 셀 내에 추적 가스로서의 헬륨을 주입함으로써 완성 셀을 검사하는 것
- [0017] 헬륨은 불활성 가스이기 때문에, 이론적으로 — 이후에 수행될 누출 검사의 목적을 위해 — 전해질이 삽입되는 동안 그리고 셀의 주입 홀이 밀봉되기 전에 셀 내부에 일정량의 헬륨을 추가하는 것이 가능하다. 셀이 진공 챔버 내부에 위치 결정된 후, 가능한 누출을 통해, 셀로부터 진공 챔버로 흐를 수 있는 헬륨을 질량 분석기를 사용하여 검출할 수 있다.
- [0018] 이 기술의 주요 단점은 — 누출 검사의 유일한 목적을 위해 — 누출 검사 스테이지 이전에 발생하고 일반적으로 제3자에 의해 수행되는 배터리 생산의 다른 스테이지 동안 추가 가스, 즉, 추적 가스를 셀 내로 주입해야 한다는 것이다. 또한, 설명된 기술은 추적 가스를 함유할 수 있는 내부 자유 공간이 있는 견고한 케이싱을 갖는 특정 유형의 배터리에 적용될 수 있지만, 파우치 셀(pouch cell)에는 적용되지 않을 수 있다.
- [0019] d. 전해질이 삽입되고 "바밍(bombing)"이라 불리는 기술을 사용하여 셀의 주입 홀이 밀봉된 후에 완성 셀을 검사하는 것
- [0020] 전해질 주입 단계 동안, 셀 내부에 헬륨이나 다른 추적 가스를 추가할 수 없는 경우, "바밍"이라 불리는 기술을 사용하여 헬륨을 추적 가스로 사용하는 누출 검사를 수행할 수 있다.
- [0021] 배터리 셀은 먼저 압력 하에서 헬륨이 주입되는 바밍 챔버 내로 삽입된다. 셀 내에서 누출이 생기면, 셀 내부의 챔버로부터 헬륨의 일부가 흐른다. 셀에 들어가는 헬륨의 양은 셀 내부의 자유 공간뿐만 아니라, 챔버 내부의 압력 레벨 및 바밍 시간에 따라 달라진다.
- [0022] 바밍 단계 후, 배터리 셀은 진공 챔버 내로 삽입되고, 여기서, 누출 레벨은 질량 분석기를 사용하여 셀 내에 존재하는 누출을 통해 셀 내부로부터 진공 챔버로 흐르는 헬륨의 양을 추적함으로써 측정된다.
- [0023] 이 기술의 주요 단점은 매우 오래 걸리고 산업 공정들과 양립할 수 없는 전반적인 사이클 시간, 및 셀의 케이싱을 영구적으로 변형시킬 수 있는 레벨을 초과해서는 안 되는 바밍 챔버 내의 허용 가능한 과압 레벨이다.
- [0024] 다른 기술은, 누출 검사의 유일한 목적을 위해 셀에 추가 가스를 삽입할 필요 없이, 셀 내부에 이미 존재하는 물질을 검출함으로써 하나 이상의 셀에서 가능한 누출을 식별할 수 있다.
- [0025] 이와 같은 기술은 누출 검사 시스템 내부에 가스 및/또는 증기 잔류물이 형성되거나 남아 있는 것을 방지할 필요성을 공유한다. 이와 같은 잔류물은 검출 및 측정 기구에 의해 수행되는 누출 검출에 영향을 미칠 수 있으며, 시간이 지남에 따라 검출 및 측정 기구와 전체 누출 검사 시스템조차도 오염시킬 수 있다.
- [0026] 아울러, 이와 같은 기술은, 누출이 매우 적은 경우에도, 셀의 누출율(leak rate)을 가능한 한 최단 시간에 신뢰할 수 있고 반복 가능한 측정을 보장할 필요성을 공유한다.

발명의 내용

- [0027] 본 발명의 목적은 공지된 기술의 단점을 극복하는 적어도 하나의 배터리 셀의 누출을 검사하기 위한 방법 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0028] 보다 구체적으로, 본 발명은, 검사 목적으로 추적 가스 또는 검사 가스와 같은 추가적인 화학적 화합물을 셀에 삽입할 필요없이, 셀 내에 이미 포함되어 있거나 내부에서 생성된 물질(가스 및/또는 증기)을 적절한 기술에 따라 검출함으로써, 완성되고 완전히 밀봉된 셀의 누출율을 측정할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 방법은 셀 내부에 있는 하나 이상의 특정 물질을 검출할 수 있으며, 다시 말해, 주어진 시간에 걸쳐 특정 부피 내에 존재하는 해당 물질(들)의 양의 측정을 수행하고, 검출된 누출율 값이 알려진 누출율 값 또는 사전 설정된 임계값과 관련하여 허용 가능한지 여부와 셀을 폐기해야 하는지 여부를 비교하여 결정한다.

[0029] 본 발명에 따른 누출 검사는 완성 셀, 즉, 전해질이 셀의 케이싱에 주입되었고 케이싱의 주입 홀이 밀봉된 셀에서 수행된다. 검사는 셀의 내부에서 다양한 성질의, 가스 및/또는 증기와 같은 기체 성분(aeriform element)이 누출되는 것을 검출함으로써, 셀이 활성화 공정("포메이션(formation)"이라 불리는 단계)을 거쳤는지 여부에 관계없이, 언제든지 수행될 수 있다.

[0030] 본 발명은 또한 셀로부터 누출되는 가스 및/또는 증기의 잔류물 — 잔류물은 현재 누출 검사와 후속 검사들에 영향을 미칠 수 있음 — 이 해당 구성요소의 내벽에 퇴적되는 것을 방지하기 위해 하나 이상의 구성요소가 가열되는 실질적으로 메모리-프리(memory-free)의 누출 검사 시스템을 가질 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명은, 누출 검사 사이클의 특정 구간 동안, 누출 검사 시스템 내부의 압력을 증가시키고, 셀로부터 누출되는 가스 및/또는 증기가 검출 및 측정 기구에 더 빠르게 더 많은 양이 도달하도록 함으로써, 가능한 누출의 검출을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 발명은, 이제, 예시적이고 비제한적인 것으로 이해되는 첨부 도면에 예시된 실시예를 참조하여 상세하게 설명된다. 여기서,

- 도 1은 본 발명에 따른 누출 검사 시스템의 제1 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 2는 본 발명에 따른 누출 검사 시스템의 제2 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 3은 본 발명에 따른 누출 검사 시스템의 제3 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 4는 누출이 없는 셀과 관련된 제1 다이어그램을 도시한다.
- 도 5는 누출이 있는 셀과 관련된 제2 다이어그램을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 배터리 셀(도면에 도시되지 않음)의 누출 검사 시스템은 도 1에 간략하게 도시되어 있고, 참조 번호 100으로 전체를 가리키고 있다.

[0034] 검사될 셀은 일반적으로 덮개로 폐쇄되어 있고, 배터리 작동에 필요한 부품 및 화학 물질이 케이싱 내로 삽입될 수 있는 주입 홀을 덮개에 제공하는 케이싱을 포함한다. 화학 물질, 예를 들어, 전해질은 액체 상태에서도 셀의 케이싱에 주입될 수 있다.

[0035] 현재 설계된 모든 배터리, 보다 구체적으로 단일 셀의 케이싱 내부에는, 일반적으로 유기 성질을 가진 하나 이상의 용매에 용해된 특정 염으로 구성된 전해질이 주입된다.

[0036] 예를 들어, 리튬 이온 배터리에서는, 에틸렌 카보네이트, 프로필렌 카보네이트, 비닐렌 카보네이트, 디메틸 카보네이트, 에틸 메틸 카보네이트, 디에틸 카보네이트와 같은 둘 이상의 전해질의 혼합물이 일반적으로 사용된다.

[0037] 전해질이 셀에 주입된 후, 덮개의 주입 홀은 셀에 존재하는 물질이 셀 외부 환경과 접촉하는 것을 방지하는 밀폐 요소로 밀봉된다.

[0038] 이하, "완성 셀"은 전해질 주입 단계 및 밀봉 단계를 이미 거친 셀을 의미한다. 본 발명에 따른 누출 검사는 이와 같은 완성 셀에 적용되며, 예를 들어, 개구 또는 원하지 않는 공간과 같은 결함을 통해, 주입 홀을 밀봉하는 폐쇄 요소 내, 케이싱 내 또는 덮개 내에서의 누출의 경우에 셀 밖으로 유출되는 가스 및/또는 증기와 같은 기체 성분을 검출함으로써 수행된다. 검출 가스 및/또는 증기는, 이하에서 더 자세히 설명되는 바와 같이, 상이한 기원을 가질 수 있다.

[0039] 누출 검사 시스템(100)은 파선 박스로 개략적으로 도시되고, 도 1에서 참조 번호 4로 표시된 진공 챔버를 포함하는 복수의 구성요소를 포함한다. 검사될 셀은 전체 또는 적어도 일부(검사될 영역에 따라 다름)가 진공 챔버(4) 내에 배치되어, 더 높은 압력을 갖는 셀의 내부와 외부 환경 사이에 압력차를 생성하는데, 이 경우에는 진공 챔버(4)의 내부에서 이루어진다.

[0040] 이러한 압력차로 인해, 셀 내부의 액체 전해질에 함유된 하나 이상의 물질이 부분적으로 기화되고/기화되거나, 셀 내부의 전해질에 부분적으로 용해된 가스 — 유도되거나 자발적 생성된 공정으로부터 도출됨 — 가 기체 상

태로 복귀되게 된다. 즉, 검사 목적을 위해, 셀은 누출 가능성을 증가시키고, 백그라운드 소음, 즉, 셀 외부 환경에 존재하는 공기로 인한 소음을 감소시킬 수 있는 진공 레벨에 적용되는 환경에 위치된다.

- [0041] 압력차는 진공 챔버 내부에 연결된 진공 펌프(6)에 의해 알려진 방식으로 생성된다. 진공 펌프(6)와 진공 챔버(4) 사이에는 커플링 밸브(5)가 배치되어 이들 사이의 연결을 가능하게 하거나 불가능하게 한다. 대안적인 실시예에 따르면, 커플링 밸브(5)는 공지된 상이한 연결 장치로 대체될 수 있다.
- [0042] 셀의 내부와 외부 환경(즉, 진공 챔버(4)의 내부) 사이의 압력차는 기체 상태 또는 증기 상태의 물질이 셀의 내부로부터 진공 챔버(4)로 유동하는 것을 용이하게 한다.
- [0043] 압력차, 보다 구체적으로, 진공 챔버의 내부와 확인될 셀의 내부 사이의 압력차는, 검출되어야 하는 기체 성분의 기능에 따라 달라지며, 검출될 기체 성분이 식별될 때나 시스템이 설계될 때, 예를 들어, 확인될 셀의 유형에 따라 결정될 수 있다.
- [0044] 그런 다음, 셀로부터 누출되는 이들 가스 및/또는 증기는 진공 챔버(4)로부터 배출되고 이와 같은 가스 및/또는 증기를 검출하도록 적절하게 프로그래밍된 검출 및 측정 기구(1), 예를 들어, 사중극자 질량 분석기(quadrupole mass spectrometer)로 운반된다.
- [0045] 바람직하게는, 진공 챔버(4)와 질량 분석기(1) 사이에 위치 결정된 연결 밸브(3)(매우 개략적으로 도시됨)는 진공 챔버(4)와 질량 분석기(1) 사이의 연결을 가능하게 하거나 차단한다.
- [0046] 연결 밸브(3)는 잔류 부피(residual volume)가 적은 가열 밸브(heated valve)일 수 있다.
- [0047] 질량 분석기(1)와 진공 챔버(4)를 연결하는 가열 모세관 요소 또는 간단히 모세관(2)은 질량 분석기(1)와 연결 밸브(3) 사이에 위치 결정된다.
- [0048] 일반적으로 가스 및/또는 증기가 통과하는 도관의 벽에 형성되는 수증기의 침전물인 결로(condensation)의 형성을 방지하거나 감소시키기 위해 가열 모세관을 사용하는 것이 알려져 있다.
- [0049] 결로 방지/감소의 기능을 수행하는 것에 더하여 질량 분석기의 가열된 주입 모세관을 사용하는 것은 모세관 요소를 통과하는 기체 성분이 침전되어 모세관 요소 자체의 벽에 잔류물을 남기는 것을 피하도록 할 수 있다는 것이 경험적으로 밝혀졌다. 시간이 지남에 따라, 이들 잔류물은 질량 분석기를 오염시켜 기기 및 수행된 검사의 신뢰성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 질량 분석기의 오염은 백그라운드 소음의 증가와 사용 가능한 측정 범위의 감소를 야기할 수 있다.
- [0050] 누출 검사 시스템(100)의 하나 이상의 구성요소, 예를 들어, 모세관 요소(2)를 가열하면, 누출 검사 시스템(100)이 실질적으로 메모리-프리(memory-free)로 된다. 즉, 누출 검사 시스템(100)은 검사 동안 검출된 가스 및/또는 증기의 통과 후 잔류물을 남기지 않는다: 이들 가스 및/또는 증기의 침전물은 질량 분석기를 오염시켜, 후속 검사를 수행하지 못하게 하거나 어떤 경우에도 신뢰할 수 없게 할 수 있다. 실제로, 후속 검사에서는 이전 검사 사이클의 가스 및/또는 증기가 검출된 값을 변경할 뿐만 아니라, 시간이 지남에 따라 질량 분석기를 포화시킬 것이다. 이 경우, 검사를 중단하고 일반적으로 시간이 걸리고 배터리 생산 공정 시간과 양립할 수 없는 청소 사이클을 시스템에 적용해야 한다.
- [0051] 진공 챔버(4) 내부에서 큰 누출이 검출되면, 연결 밸브(3)의 존재는 진공 챔버(4)와 가열 모세관(2) 사이의 연결을 차단하여, 측정 회로의 마지막 부분, 즉, 모세관(2) 및 질량 분석기(1)로 구성되는 부분의 오염을 방지할 수 있다. 측정 회로는 가스가 흐르고 누출 검사 시스템(100)을 형성하는 구성요소들의 세트 및 관련된 연결 도관을 의미한다.
- [0052] 누출 검사 시스템(100)은 가열 모세관(2)에, 그리고, 진공 챔버(4) 및 연결 밸브(3)와 같은 검사 사이클 동안 가열이 필요할 수 있는 누출 검사 시스템(1)의 다른 구성요소에 열을 공급하는 가열 장치를 더 포함한다. 가열 장치의 사용은 누출로 인해 셀로부터 누출되는 가스 및/또는 증기의 결로를 방지하는 역할을 한다.
- [0053] 가열 장치는 질량 분석기(1) 및/또는 일련의 원들로 개략적으로 표현되고 참조 번호 7로 표시된 열 발생기를 포함할 수 있다.
- [0054] 바람직한 실시예에 따르면, 가열 모세관(2)은 질량 분석기(1)에 의해 직접 가열된다.
- [0055] 가열 모세관(2)에 더하여 진공 챔버(4) 및 연결 밸브(3)와 같은 다른 시스템 구성요소를 가열하는 것은 누출 검사 시스템(100)을 실질적으로 메모리-프리로 만들고 누출 검사 시스템(100)의 오염을 훨씬 더 효과적으로 방지

하는 데 도움이 될 수 있다.

- [0056] 열 발생기(7)가 사용되는 경우, 진공 챔버(4)는 도면에 각각 참조 부호 P 및 T로 표시된 압력 센서 및 온도 센서를 구비하여, 진공 챔버(4) 내부의 상태를 제어할 수 있어야 한다.
- [0057] 압력 센서(P)는 일반적으로 검사 사이클 동안 발생할 수 있는 이상을 검출하는 데 사용될 수 있기 때문에, 가열 발생기(7)의 존재와는 독립적으로 제공될 수 있다.
- [0058] 바람직한 실시예에 따르면, 누출 검사 시스템(100)은 압축 공기, 아르곤, 질소 또는 헬륨과 같은 보조 가스 용기 또는 탱크(10)를 더 포함하며, 그 기능은 셀로부터 모세관(2)을 향해, 다시 질량 분석기(1)를 향해 누출되었을 수 있는 기체 성분의 흐름을 용이하게 하는 것이다. 즉, 보조 가스를 사용하여 셀로부터 빠져나오는 기체 성분의 분자를 질량 분석기(1)를 향해 밀어낼 수 있다. 보조 가스 용기(10)는 보조 가스가 진공 챔버(4)로 유입되는 추가 밸브(8) — 이하, 주입 밸브라고도 함 — 에 의해 진공 챔버(4)에 연결된다. 주입 밸브는 공지의 상이한 연결 장치로 대체될 수 있으며, 바람직하게는 자동적으로 제어된다.
- [0059] 바람직한 실시예에서, 보조 가스 용기(10)와 주입 밸브(8) 사이에는, 검사가 항상 동일한 조건에서 이루어지도록 보장하여 반복성을 향상시키는 보조 가스의 가압 압력을 제어하는 기능을 갖는 압력 조절기(9)가 있다.
- [0060] 누출 검사 시스템(100)은 질량 분석기(1)로부터의 출력 데이터를 수신하고 처리하는 처리 유닛(도시하지 않음)을 포함할 수 있다. 셀의 누출의 검출을 개선하기 위해, 진공 챔버(4)는 모세관(2), 즉, 질량 분석기(1)를 향해 검출될 기체 성분의 채널링을 용이하게 하는 세장형(elongated shape)일 수 있다. 더욱이, 주입 밸브(8)는 모세관(2)의 위치에 대해 누출 검사 시스템의 대향 단부에 위치 결정될 수 있다.
- [0061] 바람직한 실시예에 따르면, 누출 검사 시스템(100)은, 예를 들어, 진공 챔버(4)로부터 질량 분석기(1)로의 통로를 따라 누출 검사 시스템의 구성요소 내부의 부피를 감소시키는 기계적 수단(즉, 진공 챔버(4) 내부 또는 측정 회로 내부)을 구비할 수 있고, 이에 따라 검사 동안에 셀로부터 빠져나가는 기체 성분의 압축을 야기할 수 있다. 도 2 및 도 3에 도시된, 이와 같은 기계적 수단은 이하에 더 상세하게 예시될 것이다.
- [0062] 본 발명은 배터리 셀의 누출을 검사하기 위한 방법을 추가로 제공한다. 방법은 전술한 누출 검사 시스템(100)을 참조하여 기술되지만, 다른 누출 검사 시스템을 사용하여 구현될 수도 있다.
- [0063] 본 발명에 따른 누출 검사는 다음과 같은 단계를 포함한다.
- [0064] 검사 사이클의 시작에서, 질량 분석기(1)는 대기 상태(stand-by condition)에 있고, 이 스테이지에서 가열 모세관(2)은 (대기압에서) 개방되어 있고 (어떤 배터리 셀도 없이) 비어 있는 진공 챔버(4)와 통신한다.
- [0065] 연결 밸브(3)는, 제공된 경우, 일반적으로 개방되어 있다(어떠한 경우에도 모세관(2) 및 질량 분석기(1)의 오염을 방지하거나 최소화하기 위해 검사 사이클의 초기 구간이나 다른 구간에서 총 누출이 검출되는 경우에만 폐쇄됨).
- [0066] 열 발생기(7)가 제공되고, 검사 사이클이 그것을 요구하면, 진공 챔버(4)는 원하는 온도에 도달할 때까지 가열된다.
- [0067] 검사될 셀이 진공 챔버(4) 내부에 배치된 후, 진공 챔버가 밀봉되고 진공 펌프(6)와 진공 챔버(4)를 연결하는 커플링 밸브(5)가 개방되어 진공 생성 구간이 시작된다.
- [0068] 원하는 진공 레벨(즉, 셀의 내부와 외부 환경 사이의 원하는 압력차)에 도달된 후, 진공 펌프(6)와 진공 챔버(4) 사이의 커플링 밸브(5)가 폐쇄된다. 원하는 진공 레벨은 사전 설정된 시간이 경과하도록 하거나, 제공되는 경우, 압력 센서(P)를 사용하여 압력 레벨을 모니터링함으로써 얻어질 수 있다.
- [0069] 그런 다음, 셀 내부, 즉, 누출을 유발하는 셀의 원하지 않는 공간 또는 개구에 존재하는 물질, 예를 들어, 디메틸 카보네이트가 기화되고, 결합이 발생하는 경우, 가스 및/또는 증기의 형태로 셀에서 빠져나가는 안정화 또는 축적 구간이 시작된다.
- [0070] 바람직한 실시예에 따르면, 가열 모세관(2) 및 질량 분석기(1)의 오염을 방지하기 위해, 안정화 구간의 마지막에 중간 확인 구간이 제공된다. 안정화 구간을 위한 사전 결정된 시간이 경과된 후, 셀로부터 누출되는 가스 및/또는 증기는 공지된 방식으로 질량 분석기(1)에 의해 검출된다. 보다 구체적으로, 셀로부터 빠져나가는 가스 및/또는 증기는 질량 분석기(1)에 의해 검출되고, 일단 검출된 가스 및/또는 증기의 양에 대응하는 값이 처리되면, 이들 값은 사전 결정된 임계값과 비교된다.

- [0071] 누출율이 사전 결정된 임계값보다 크면, 연결 밸브(3)(제공되는 경우)는 가열 모세관(2) 및 질량 분석기(1)의 오염을 방지하기 위해 즉시 폐쇄된다. 어떤 경우든, 검사 사이클이 중단되고 셀이 폐기된다.
- [0072] 누출율이 사전 결정된 임계값보다 작으면, 검사 사이클이 계속되고 가압 또는 가속 구간이 시작된다.
- [0073] 대안적으로, 누출 검사 시스템(100)이 압력 센서(P)를 포함하는 경우, 안정화 구간의 시작과 끝 사이의 압력차가 사전 설정된 임계값보다 낮은지 확인함으로써 중간 확인 구간이 수행될 수 있다.
- [0074] 그러나, 이 중간 확인 구간을 생략할 수 있으며, 안정화 구간을 위한 사전 결정된 시간이 경과된 후에는 가압 또는 가속 구간으로 바로 이동한다.
- [0075] 이 구간에서, 주입 밸브(8)는, 사전 결정된 시간 동안, 진공 챔버로 보조 가스를 공급할 수 있도록 개방된다. 공급된 보조 가스는 셀로부터 빠져나가는 가스 및/또는 증기를 가열 모세관(2)을 향하여 가압하여 질량 분석기(1)를 향하는 유동을 용이하게 한다.
- [0076] 일반적으로 셀로부터 누출되는 기체 성분의 특성과 매우 다른 특성을 갖는 가스가 보조 가스로 사용된다. 즉, 보조 가스는 검출될 기체 성분의 화학 조성과는 다른 화학 조성을 가지며, 어떤 방식으로든 분광기 판독값을 변경시키지 않는다.
- [0077] 예를 들어, 검출될 기체 성분이 디메틸 카보네이트(DMC)로 구성되는 경우, 성능과 비용 사이에서 최상의 절충을 나타내는 보조 가스는 아르곤이다. 그러나, 질소, 헬륨, 압축 공기 또는 주변 공기와 같은 다른 가스를 사용할 수도 있다.
- [0078] 바람직한 실시예에 따르면, 보조 가스는 일정한 흐름이 아닌 퍼프 형태에서 펄스 방식(즉, 불연속적)으로 진공 챔버에 공급된다. 이 퍼프에는 고농도의 보조 가스가 포함된다.
- [0079] 바람직한 실시예에 따르면, 압력 조절기는 보조 가스의 퍼프가 진공 챔버(4)로 공급되는 가압력을 제어할 수 있게 한다.
- [0080] 고농도의 보조 가스의 퍼프의 사용은 진공 챔버(4) 내부의 압력을 매우 빠르게 증가시키고 셀로부터 빠져나가는 기체 성분이 모세관(2) 및 질량 분석기(1)로 더 빨리 이송될 뿐만 아니라, 심지어 제한된 시간에 더 많은 양으로 이송되게 한다. 이를 통해 지속 시간을 줄임으로써 검출 및 사이클 시간을 최적화하고, 질량 분석기에 도달하는 기체 성분의 양이 보조 가스의 연속 흐름을 사용하여 질량 분석기에 도달하는 것보다 많기 때문에 더 나은 성능을 얻을 수 있다.
- [0081] 도 4 및 도 5는, 각각, 누출 없는 셀과 누출 있는 셀에 관한 누출 검사 사이클의 다이어그램을 도시한다. 양쪽 모두 전술한 세 구간을 도시한다. T1 및 T2는, 각각, 진공 생성 구간에서 안정화 구간으로, 및 안정화 구간에서 가속 구간으로의 전환을 표시한다. 도면에서 볼 수 있는 바와 같이, 누출 시 검출되는 신호는 보조 가스의 퍼프가 발생하는 가속 구간에서 피크를 갖는다. 피크의 범위는 검출된 누출율에 비례한다.
- [0082] 진공 챔버(4) 내부에 불연속적으로 주입되는 보조 가스의 양은 수행될 누출 검사의 유형에 기초하여 선택적으로 정의된다. 이 양은 실제로 진공 챔버의 부피에 비례하여 셀로부터 빠져나가는 기체 성분이 너무 희석되지 않도록 해야 한다.
- [0083] 가속 구간에서의 보조 가스 퍼프의 사용은, 규정되고 제한된 시간 내에, 누출 검사 시스템 내부, 특히, 진공 챔버 내부에서 압력을 상승시키는 기능, 규정되고 제한된 시간에 진공 챔버 내부의 셀로부터 질량 분석기를 향해 빠져나가는 기체 성분의 흐름을 증가시키는 기능, 및 후자에 의한 이와 같은 기체 성분의 검출을 개선하는 기능을 갖는다.
- [0084] 또한, 이와 같은 압력의 증가는 전술한 기계적 수단과 이하에 더 잘 설명되는 기계적 수단을 누출 검사 시스템(100)에 구비함으로써 얻어질 수 있다.
- [0085] 고농축 퍼프 형태의 보조 가스 및 측정 회로 내부의 부피를 감소시키기 위한 기계적 수단은 다른 것들에 대해 조합하여 사용되거나 대안적으로 사용될 수 있다.
- [0086] 셀로부터 빠져나오는 가스 및/또는 증기가 분광기에 도달된 후, 누출 검출은 후자에 의해 알려진 방식으로 수행되어 검출된 값을 적절한 임계값과 비교한다.
- [0087] 셀의 누출율은 신호를 적절하게 처리함으로써 결정된다. 바람직한 실시예에 따르면, 누출율은 가압 구간 동안 검출된 최대 누출 피크를 고려함으로써 결정된다. 그러나, 예를 들어, 질량 분석기에 의해 만들어진 판독값의

평균을 고려함으로써 다른 방식으로 신호를 처리하는 것이 가능하다.

- [0088] 앞서 언급한 바와 같이, 셀로부터 누출되는 기체 성분은 가스 및/또는 증기로 구성된다.
- [0089] 누출 검사 동안에 가스와 증기가 동시에 검출되는 방식으로 분광기를 프로그래밍할 수 있다.
- [0090] 실시예 중 하나에 따르면, 분광기는 시스템이 매우 작은 누출도 식별할 수 있도록 먼저 가스를 검출하고, 가능한 더 큰 누출도 식별할 수 있도록 다음으로 증기를 검출하는 방식으로 프로그래밍될 수 있다. 실제로, 대량 누출 가능성이 있는 셀 내부의 가스가 후자에서 더 빠르게 빠져나가고, 누출 검사 중에 누출을 나타내기에 충분한 가스의 양을 검출할 확률이 더 낮다. 또한, 다른 실시예에 따르면, 첫 번째로 증기를 검출하고 두 번째로 가스를 검출하는 것도 가능하다.
- [0091] 위에서 간략하게 언급한 바와 같이, 누출 검사 중에 검출된 가스 및 증기와 같은 기체 성분은 셀에 이미 존재하고 셀의 작동에 필요한 물질 및/또는 부품에서 도출된다. 이들 요소는 상이한 기원을 가질 수 있다.
- [0092] 검출된 증기는, 예를 들어, 정상적인 생산 공정 동안 셀에 주입된 전해질에 함유된 용매와 같은 물질에서 기원할 수 있다. 이와 같은 물질들은 일반적으로 보통 휘발성이기 때문에, 이들의 기화를 이용하여 누출 검사가 수행될 수 있다.
- [0093] 이와 같은 물질의 적어도 부분적인 기화는 진공 챔버 내부로 유도된 압력 변동으로 인한 것이다.
- [0094] 전해질을 포함하고 있는 셀 케이싱의 일부분의 결함으로 인한 누출의 경우, 전해질은 증기 형태가 아닌 액체 형태로 셀에서 빠져나올 수 있다. 이 경우, 진공 챔버 내에서 유발된 감압(depression)은 진공 챔버 내부에서 전해질의 기화를 야기한다.
- [0095] 전해질이 포함되지 않은 케이싱의 일부분의 결함, 예를 들어, 덮개의 주입 홀이나 덮개 자체의 결함으로 인해 누출되는 경우, 진공 챔버 내에 유도된 감압으로 인해, 전해질에 함유된 물질의 기화는 셀 내부에서 발생하며 셀에서 빠져나가는 물질은 이미 증기 형태이다. 따라서, 전해질에 함유된 물질을 증기 형태로 검출함으로써 셀 내의 누출을 확인할 수 있다.
- [0096] 본 발명에 따른 누출 검사 동안 검출된 가스는 셀 내에 이미 존재하고, 셀 내부에서 자발적으로 생성되는 화학 반응으로부터 도출된 가스일 수 있다. 또는, 밀봉된 셀이 일반적으로 거치는 후속 충전/방전 사이클로 구성되는 배터리의 활성화 공정("포메이션 공정(formation process)"이라고도 함) 동안 생성되는 가스일 수 있다.
- [0097] 통상적으로, 포메이션 공정 동안 가스가 형성되며, 이의 실제 조성과 양은 셀 내부에서 발생하는 전기 화학적 반응의 유형에 따라 달라지지만, 일반적으로 CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , CO_2 , CO , H_2 와 같은 물질을 포함한다. 파워치 셀에서, 이들 가스의 초과량은 일반적으로 제거되지만, 어떤 경우에도 일부는 전해질 내부에 용해된 상태로 잔류한다.
- [0098] 증기가 검출될 때 발생하는 것과 유사하게, 진공 챔버에서 유도된 감압은, 포메이션 공정과 누출 검사 사이의 시간 간격에서 이들 가스가 액체 상태로 복귀되어 전해질에 용해되면, 가스를 기체 상태로 복귀시키고, 누출이 있으면, 셀에서 빠져나오게 한다.
- [0099] 위에서 간략하게 언급한 바와 같이, 누출 검사 시스템에 가속 구간 동안 작동되는 기계적 수단을 장착하여 측정 회로 내부의 부피를 점진적으로 감소, 즉, 측정 회로 내의 압력을 증가시켜, 결과적으로 기체 성분 및 보조 가스를 압축할 수 있다. 이것은 질량 분석기를 향하는 기체 성분의 흐름 증가를 수반하며, 그 결과, 더 적은 양의 보조 가스가 필요하고 제어 사이클이 빨라진다.
- [0100] 즉, 가속 구간 동안 기계적 수단의 작동은 진공 챔버 또는 측정 회로의 또 다른 부분에서 압력을 증가시켜, 셀로부터 질량 분석기(1)를 향하여 빠져나가는 보조 가스 및 기체 성분의 흐름을 완화 및 가속화한다.
- [0101] 이들 기계적 수단의 사용은 검출될 가스 및/또는 증기의 농도를 희석시키는 데 기여하는 다량의 보조 가스를 주입할 필요 없이 가스 및/또는 증기를 압축함으로써 압축의 증가가 얻어지기 때문에, 검출될 가스 및/또는 증기의 농도를 희석시키지 않고 누출 검사 사이클을 가속화할 수 있는 추가 장점이 있다.
- [0102] 도 2는 가변 부피 진공 챔버를 얻을 수 있게 하는 이들 기계적 수단의 제1 실시예를 도시한다. 이 경우, 진공 챔버(4)에는 가압 구간 동안 작동하여 진공 챔버 자체의 내부 부피를 감소시킬 수 있는 피스톤(11)이 제공된다. 도 2에 도시된 누출 검사 시스템은 또한 연결 밸브(3)(도면에 도시되지 않음)를 포함할 수 있다.
- [0103] 대안적으로, 케이싱에 제공된 피스톤(12)이 질량 분석기(1)에 연결되고, 특히, 진공 챔버(4)와 가열 모세관(2)

사이에 위치 결정되도록 시스템의 구조를 변경함으로써, 기계적 수단을 다른 방식으로 제조할 수도 있다.

- [0104] 도 3에 도시된 실시예에서, 진공 펌프(6)는 커플링 밸브(5)를 통해 가열 모세관(2)과 피스톤(12) 사이의 측정 회로에 연결된다. 추가 밸브(13)는 진공 챔버(4)와 피스톤(12) 사이에 위치 결정된다.
- [0105] 가속 구간 동안, 피스톤(12)의 작동은 다음과 같다. 진공 펌프(6)를 통해, 원하는 진공 레벨이 진공 챔버(4) 내부에 생성되고, 커플링 밸브(5)와 추가 밸브(13)가 개방되어 있고 피스톤(12)이 후방 위치에 있으며, 다시 말하면, 측정 회로에 어떠한 작용도 가하지 않는다.
- [0106] 밸브(5, 13)는 폐쇄되고, 셀로부터 빠져나올 수 있는 가스 및/또는 증기는 진공 챔버(4) 내부에 축적된다. 주입 밸브(8)는 진공으로 될 챔버(4)로의 보조 가스의 주입을 허용하도록 개방되고, 또한 진공 챔버(4)가 질량 분석기(1)와 연통하도록 밸브(13)가 개방된다. 피스톤(12)은 후방 위치로부터 전진 위치로 이동하여 가스 및/또는 증기에 추가 추력을 인가하여 질량 분석기(1)를 향한 그들의 흐름을 향상시킨다.
- [0107] 이전에 언급한 바와 같이, 질량 분석기는 누출 검사 동안 특정 가스 및/또는 증기를 검출하도록 프로그래밍되어야 한다.
- [0108] 셀에 포함된 물질 및 이에 따라 검출될 가스 및/또는 증기가 선험적으로 알려지지 않은 경우, 검출되어야 하는 가스 및/또는 증기를 식별하기 위해 누출이 있는 셀에 대한 검사가 먼저 수행될 수 있다.
- [0109] 누출율을 측정하기 위해 검출되어야 하는 물질이 식별된 후, 분광기는 이들 물질만 검출하도록 적절하게 프로그래밍된다.
- [0110] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 누출 검사 방법은 3개의 구간, 즉, 진공 생성 구간, 안정화 또는 축적 구간, 및 가압 또는 가속 구간을 포함한다. 바람직한 실시예에 따르면, 각 구간의 지속 시간은 사전 결정된다. 셀로부터 빠져나오는 기체 성분이 DMC로 구성되는 경우, 각각의 구간은, 예를 들어, 약 2초의 지속 시간을 가질 수 있다.
- [0111] 전술한 실시예에서, 가스 및/또는 증기의 검출은 사중극자 질량 분석기에 의해 수행되지만, 다른 기술 및 기구, 예를 들어, 가스 크로마토그래프가 사용될 수 있다.
- [0112] 대안적인 실시예에 따르면, 누출 검사 사이클과 다음 사이클 사이에서 퍼지 또는 청소 사이클이 수행될 수 있다. 퍼지 사이클은 시스템 구성요소, 예를 들어, 진공 챔버, 분광기 및 펌핑 시스템에서 이전 누출 검사 사이클 동안 빠져나갈 수 있는 기체 성분을 제거하는 것을 목적으로 한다. 이와 같은 성분은 시스템을 오염시키고, 후속하는 검사 사이클에 영향을 미칠 수 있다.
- [0113] 누출이 있는 셀에 대한 이전 누출 검사가 수행되는 동안, 시스템 내부에서 상당한 양의 가스 및/또는 증기가 릴리즈되는 경우, 이들 가스 및/또는 증기는 검사 사이클이 완료된 후에도 시스템의 구성요소 내부에 잔류할 수 있으며, 후속 검사 동안에도 이들의 존재가 검출될 수 있어 검사 결과의 신뢰성을 손상시킬 수 있다.
- [0114] 퍼지 사이클은, 새로운 검사를 수행하기 전에, 시스템의 오염을 제거하는 데 사용된다.
- [0115] 퍼지 사이클은 검사될 셀이 진공 챔버 내에 위치 결정되기 전이나, 셀이 이미 위치 결정되고 나서 누출 검사가 시작되기 전에 수행할 수 있다.
- [0116] 검사될 셀이 이미 진공 챔버 내에 위치 결정된 경우, 퍼지 사이클 동안, 진공 챔버 내에 존재하는 가스/증기는 진공 펌프를 통해 배출되어 질량 분석기에 연결된 연결 밸브를 폐쇄된 상태로 유지된다.
- [0117] 진공 챔버 내부의 압력이 적절한 값으로 감소된 후, 헬륨 또는 아르곤과 같은 불활성 가스가 진공 챔버에 주입된다. 그런 다음, 진공 챔버 내부의 압력은 사전 설정된 압력 레벨에 도달할 때까지 증가된다.
- [0118] 그런 다음, 진공 펌프가 다시 작동되기 시작하고, 진공 챔버 내부의 압력이 누출 검사를 수행하기 위한 사전 결정된 진공 레벨에 도달할 때까지 감소된다. 이러한 작업 동안, 진공 챔버 내에 존재하는 모든 오염 물질, 즉, 이전 검사 사이클 동안 검사된 셀로부터 빠져나갔을 가능성이 있는 가스/증기는 불활성 가스에 의해 희석된다. 사전 결정된 진공 레벨에 도달된 후의 잔류 오염 물질의 비율은 결과적으로 허용 가능한 레벨로 감소된다. 이 단계에서, 진공 챔버를 분광기에 연결하는 연결 밸브는 개방될 수 있고 누출 검사가 수행될 수 있다.
- [0119] 진공 챔버가 비어 있을 때, 즉, 확인된 셀이 진공 챔버에 위치 결정되기 전에, 진공 챔버를 퍼지하고 누출 검사 동안 검출되는 특정 기체 성분(가스 및 증기)의 존재와 관련하여 진공 챔버의 백그라운드 레벨을 획득하기 위해 동일한 작업이 수행될 수 있다. "백그라운드 레벨 획득(Acquire the background level)"은, 적절한 압력 레벨이

진공 챔버 내부에 유도된 후, 챔버 내부 환경의 물리적 및 구조적 특성에 의존하고 기구 관독에 영향을 미칠 수 있는 진공 챔버에 구조적으로 존재하는 화학적 요소를 검출하는 것을 의미한다. 확인할 셀과 연관지어져야 하는 누출율은 실제로 진공 챔버의 백그라운드 레벨과 연관지어진 값이 감소된 분광기에 의해 검출된 누출율에 대응한다.

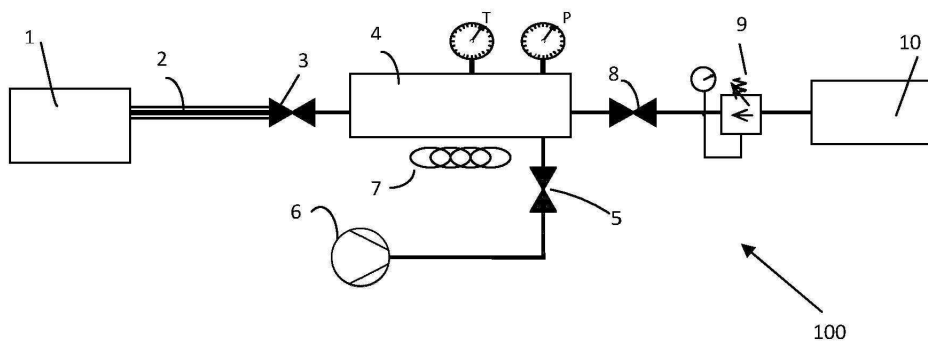
[0120] 확인될 셀이 아직 진공 챔버에 삽입되지 않았을 때 수행되어야 하는 진공 챔버의 백그라운드 레벨을 획득하는 단계는 전체 검사 시스템의 퍼지 사이클의 수행을 참고하여 설명하였지만, 모든 누출 검사를 수행하기 전에 수행될 수도 있다.

[0121] 본 명세서에 설명된 누출 검사 시스템 및 방법은 단일 배터리 셀의 검사를 의미한다. 그러나, 진공 챔버 내부에 위치 결정되어 여러 개의 셀을 동시에 검사할 수 있다. 이 경우, 시스템은 실제 누출이 있는 셀을 표시하지 않고 누출율에 대한 일반적인 표시를 제공한다. 단일 셀의 누출율에 대한 정보를 얻기 위해, 후자에 대해 이전의 것과 유사한 후속 전용 누출 검사를 수행해야 한다.

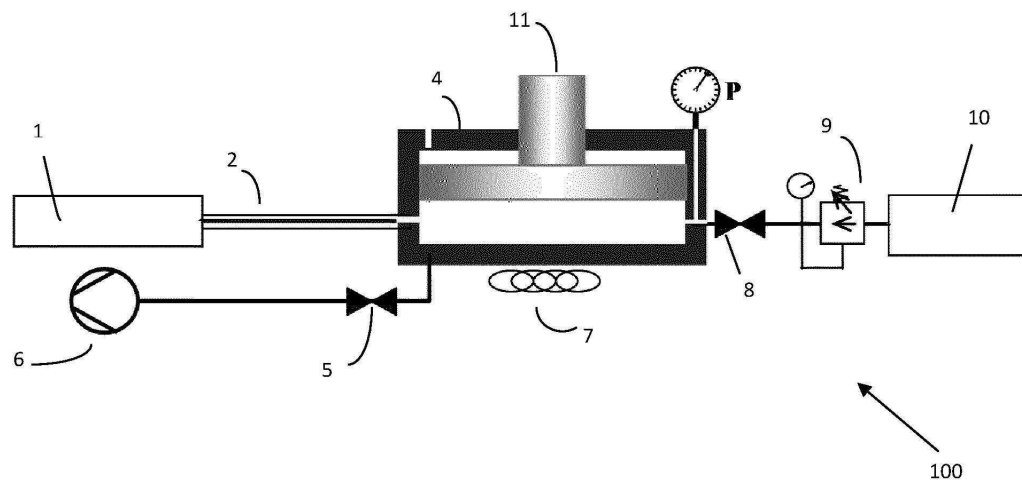
[0122] 지금까지 기술된 본 발명의 실시예는, 예를 들어, 리튬 이온 배터리에 포함된 셀의 누출 검사에 관한 것이다. 본 발명에 따른 누출 검사 시스템 및 방법은 고체 상태 배터리와 같은 다양한 유형의 배터리에도 적용될 수 있다.

도면

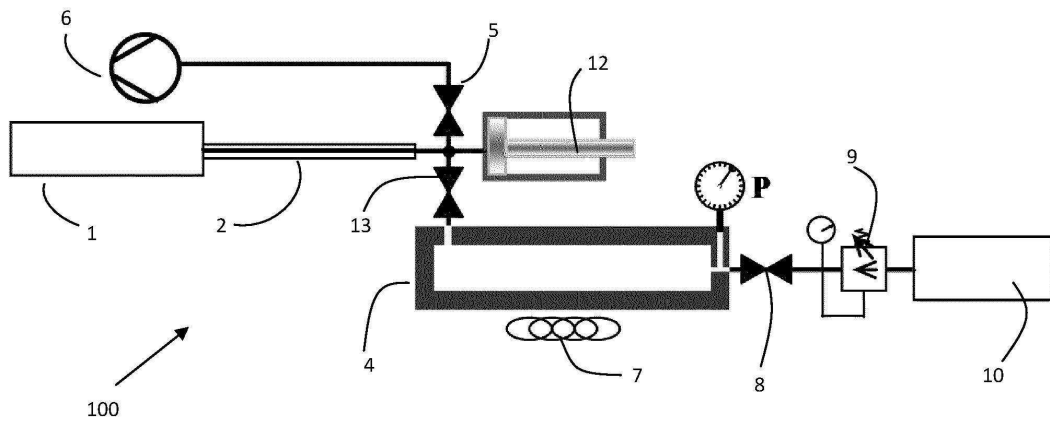
도면1



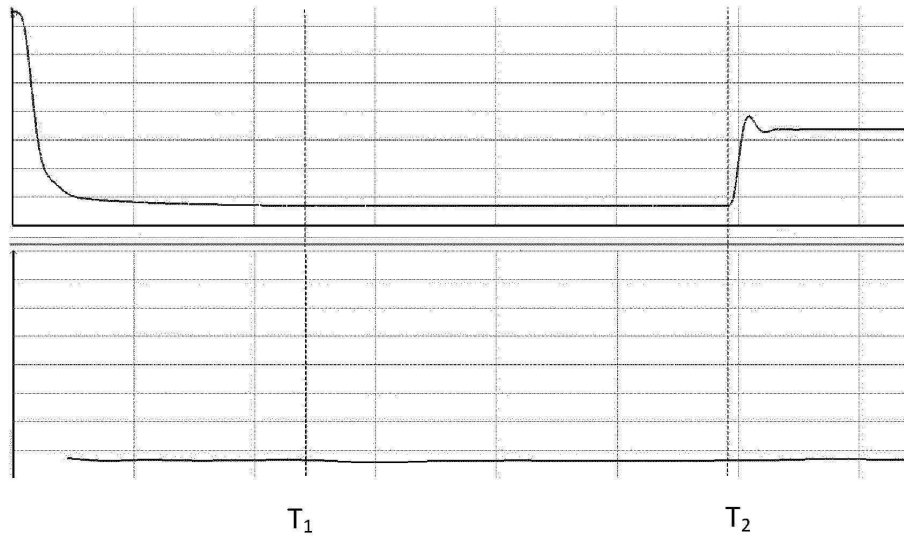
도면2



도면3



도면4



도면5

