



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0093094
(43) 공개일자 2013년08월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 12/06 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7004088
- (22) 출원일자(국제) 2011년07월20일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년02월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/044715
- (87) 국제공개번호 WO 2012/012558
국제공개일자 2012년01월26일
- (30) 우선권주장
12/841,115 2010년07월21일 미국(US)
- (71) 출원인
이오에스 에너지 스토리지 엘엘씨
미국 뉴저지 08837 에디슨 편우드 애비뉴 214
- (72) 발명자
아멘돌라, 스티븐
미국 펜실베니아 18040 이스턴 스텁프 로드 1540
존슨, 루이스
미국 뉴저지 08817 에디슨 스테이트 루트 27 1594
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

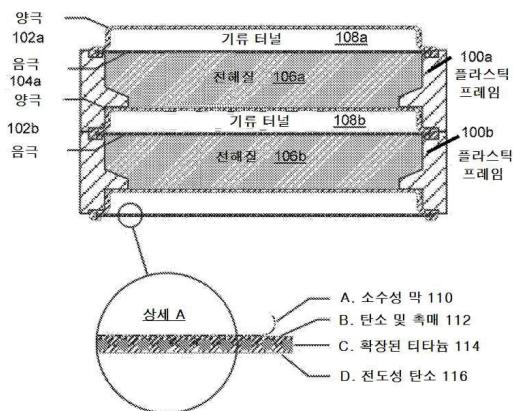
전체 청구항 수 : 총 65 항

(54) 발명의 명칭 전기적으로 재충전가능한, 금속-공기 배터리 시스템들 및 방법들

(57) 요약

본 발명은 완전히 전기적으로 재충전가능한 금속-공기 배터리 시스템들 및 이러한 시스템들을 달성하는 방법들을 제공한다. 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀은 금속 전극, 공기 전극, 및 상기 금속 전극 및 상기 공기 전극을 분리하는 수용성 전해질을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극은 상기 전해질과 직접 접촉할 수 있고 어떤 분리기 또는 다공성 막도 상기 공기 전극과 상기 전해질 사이에 제공될 필요는 없다. 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀들은 제 1 배터리 셀의 금속 전극과 제 2 배터리 셀의 공기 전극 사이의 중심 전극 접속을 통해 서로 전기적으로 접속될 수 있다. 공기 터널들은 개개의 금속 공기 배터리 셀들 사이에 제공될 수 있고, 몇몇 실시예들에서 전해질 흐름 관리 시스템이 제공될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

바인더, 마이클

미국 뉴욕 11219 스트리트 브루클린 49 1455

쿤츠, 마이클

미국 펜실베니아 18353 세일러스버그 루트 715 670

블랙, 필립, 제이.

미국 펜실베니아 17233 맥코넬스버그 우드랜드 드
라이브 328

오스터, 마이클

미국 뉴저지 07701 레드 뱅크 네이브싱크 리버 로
드 719

샤프-골드만, 스테파니

미국 뉴저지 08816 이스트 브런즈윅 원터베리 코트
8

츠시크, 테시아

미국 펜실베니아 18018 베들레헴 쉐퍼 스트리트
210

준순, 레간

미국 펜실베니아 17320 페어필드 페어필드 스테이
션 레인 28

특허청구의 범위

청구항 1

재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템에 있어서:

금속 전극;

공기 전극; 및

약 3 내지 약 10의 범위에 있는 pH를 가진 수용성 전해질 용액을 포함하고,

상기 배터리 셀 시스템은 상기 재료들의 물리적 열화 또는 상기 배터리 셀 시스템의 성능의 실질적인 열화 없이 적어도 500개의 방전 및 재충전 사이클들이 가능한, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전해질은 수용성 염화물 계 전해질인, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전해질은 수용액에 용해가능한 염산염을 계산하기에 적합한 양이온을 가진 용해가능한 염산염들의 혼합물인, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전해질은 황산염들, 질산염들, 탄산염들, 헥사플루오로규산염들, 테트라플루오르붕산염들, 메탄 술폰산염들, 과망간산염들, 육불화인산염들, 붕산염들, 또는 인산염들 중 적어도 하나에 기초한 용해가능한 소금들의 혼합물인, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 전해질은 공기 중에 존재하는 CO₂가 흡수되지 않는 pH 레벨을 갖고, 그러므로 어떤 탄산염들도 형성되지 않는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

종래의 배터리 셀들과 비교하여 상기 금속 전극 상에 아연 증착을 향상시키는 첨가물을 추가로 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 첨가물은 다양한 분자 중량들의 폴리에티렌 클리콜들, 또는 티오요소(thiourea) 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

포밍(foaming)을 방지하고 가스 누출을 허용하는 첨가물을 추가로 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀

시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 첨가물은 시메치콘, 도dex, 알로에 베라, 또는 다른 계면 활성제들 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

충전 동안 수소 방출을 방지하는 첨가물을 추가로 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 첨가물은 염화 주석, 염화 납, 염화 수은, 염화 카드뮴, 또는 염화 비스무트와 같은 고 수소 과전압 염산 염들 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

재충전 동안 염소 및/또는 차아염소산염 방출을 방지하는 첨가물을 추가로 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 첨가물은 요소(urea)를 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

바람직한 침전을 제어하는 첨가물을 추가로 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 첨가물은 벤조산염들, 요오드산염들, 스테아르산염들, 또는 탄산염들 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 공기 전극은 망간을 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 공기 전극은 이산화 망간 또는 용해 가능한 망간염 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전 가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 공기 전극은 코발트 또는 이리듐 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 공기 전극은 염화 코발트, 또는 산화 이리듐 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 배터리 셀은 요소 또는 암모니아 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 하나 이상의 전극 반응들을 겪도록 구성되는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 배터리 셀은 염소, 차아염소산염, 또는 염화물 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 하나 이상의 전극 반응들을 겪도록 구성되는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템.

청구항 22

배터리 셀 어셈블리에 있어서:

제 1 금속 전극, 제 1 공기 전극, 및 그 사이에 전해질을 갖는 제 1 셀; 및

제 2 금속 전극, 제 2 공기 전극, 및 그 사이에 전해질을 갖는 제 2 셀을 포함하고,

상기 제 1 셀의 제 1 금속 전극은 공기 터널이 상기 제 1 금속 전극 및 상기 제 2 공기 전극 사이에 형성되도록 상기 제 2 셀의 제 2 공기 전극을 접촉하고 상기 제 1 금속 전극 및 상기 제 2 공기 전극은 실질적으로 수직으로 정렬되고 수평으로 배향되는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 금속 전극들 및 상기 제 1 및 제 2 공기 전극들은 실질적으로 수평 배향으로 하우징(housing)되는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 제 1 금속 전극은 상기 제 2 공기 전극 주변에서 크립핑(crimping)됨으로써 상기 제 2 공기 전극을 접촉하고, 그에 의해 중심 전극을 형성하는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 중심 전극은 상기 제 1 셀 및 상기 제 2 셀 사이에 직렬 접속을 제공하는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 26

제 22 항에 있어서,

상기 제 1 셀, 상기 제 2 셀, 및 하나 이상의 셀들은 수직으로 적층되고 수평으로 배향되고, 원하는 전압을 달성하기 위해 선택되는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 27

제 22 항에 있어서,

수평 가스는 상기 공기 터널 내에서 흐르는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 28

제 25 항에 있어서,

제 3 금속 전극, 제 3 공기 전극, 및 그 사이에 전해질을 갖는 제 3 셀; 및

제 4 금속 전극, 제 4 공기 전극, 및 그 사이에 전해질을 갖는 제 4 셀을 추가로 포함하고,

상기 제 3 셀의 제 3 금속 전극은 공기 터널이 상기 제 3 금속 전극과 상기 제 4 공기 전극 사이에 형성되도록 상기 제 4 셀의 제 4 공기 전극 주변에서 크림핑되고 그에 의해 제 2 중심 전극을 형성하고,

상기 제 2 중심 전극은 상기 제 1 및 제 2 셀 사이에 접속을 제공하는 상기 중심 전극과 전기적으로 접촉하는, 배터리 셀 어셈블리.

청구항 29

에너지 저장 시스템에 있어서:

액체 전해질을 아래에 놓인 금속 공기 배터리 셀에 분배하도록 구성된 흐름 제어 특징부를 갖는 전해질 공급 어셈블리; 및

오버플로우 부분을 갖는 적어도 하나의 충전 또는 배수 포트를 포함하는 하나 이상의 금속 공기 배터리 셀들을 포함하고,

상기 흐름 제어 특징부는 상기 오버플로우 부분 위에 수직으로 정렬되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 흐름 제어 특징부는 상기 액체 전해질을 드롭들로 분해하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 31

제 29 항에 있어서,

복수의 금속 공기 배터리 셀들을 추가로 포함하고, 상기 금속 공기 배터리 셀들은 수직으로 정렬되고 서로의 최상부 상에 적층되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들 각각의 상기 충전 또는 배수 포트들은 수평으로 배향되고 서로의 최상부 상에 적층되고, 그에 의해 연속 채널을 형성하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 33

제 29 항에 있어서,

상기 하나 이상의 금속 공기 배터리 셀들 아래에 위치된 전해질 수집 트레이를 추가로 포함하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 34

제 29 항에 있어서,

상기 전해질 공급 어셈블리는 중력-구동되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 35

제 29 항에 있어서,

상기 전해질 공급 어셈블리는 사출 성형되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 36

제 31 항에 있어서,

상기 복수의 금속 공기 배터리 셀들은 압축 하에서 적층되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 37

제 31 항에 있어서,

상기 복수의 금속 공기 배터리 셀들은 상기 전해질 공급 어셈블리를 향해 위쪽으로 기울어진, 에너지 저장 시스템.

청구항 38

제 31 항에 있어서,

상기 복수의 금속 공기 배터리 셀들은 수평으로부터 1 내지 5도 내에 속하는 각도로 기울어진, 에너지 저장 시스템.

청구항 39

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들은 망간을 포함한 공기 전극을 포함하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 40

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들은 이산화 망간 또는 용해가능한 망간염을 포함한 공기 전극을 포함하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 41

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들은 코발트 또는 이리듐 중 적어도 하나를 포함한 공기 전극을 포함하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 42

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들은 염화 코발트, 또는 산화 이리듐 중 적어도 하나를 포함한 공기 전극을 포함하는, 에너지 저장 시스템.

청구항 43

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들은 요소 또는 암모니아 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 하나 이상의 전극 반응들을 겪도록 구성되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 44

제 31 항에 있어서,

상기 금속 공기 배터리 셀들은 염소, 차아염소산염, 또는 염화물 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 하나 이상의 전극 반응들을 겪도록 구성되는, 에너지 저장 시스템.

청구항 45

재충전가능한 금속 공기 배터리 셀에 있어서:

금속 전극;

공기 전극; 및

상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이의 수용성 전해질을 포함하고,

상기 금속 전극은 상기 전해질을 직접 접촉하고 어떤 분리기도 상기 공기 전극과 상기 전해질 사이에 제공되지 않는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 46

제 45 항에 있어서,

서로로부터 고정된 거리에 상기 금속 전극 및 상기 공기 전극을 지지하는 프레임을 추가로 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 47

제 45 항에 있어서,

상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이의 상기 고정된 거리는 상기 수용성 전해질이 포함되는 공간을 규정하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 48

제 45 항에 있어서,

상기 금속 전극은 아연계 양극인, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 49

제 45 항에 있어서,

상기 공기 전극은 공기 투과성 소수성 막; 및 내부식성 금속 전류 수집기를 갖는, 탄소계 산소 음극 또는 고분자 계 산소 전극이고; 양극 전위를 하에서 전기적 충전 동안, 산소 방출이 유리한, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 50

제 46 항에 있어서,

상기 프레임은 플라스틱으로 형성되는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 51

제 45 항에 있어서,

상기 공기 전극은 상기 금속 전극 위에 제공되는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 52

제 46 항에 있어서,

상기 프레임은 상기 셀 내에서 돌출되고 상기 금속 전극을 접촉하는 셀프(shelf)를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 53

제 45 항에 있어서,

셀 충전 및 연관된 산호 생성을 위해 구성된, 상기 공기 전극과 상기 금속 전극 사이에 또는 상기 금속 전극의

양 측들 모두 상에 보조 전극을 추가로 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 54

제 45 항에 있어서,

상기 공기 전극은 망간을 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 55

제 45 항에 있어서,

상기 공기 전극은 이산화 망간 또는 용해가능한 망간염 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 56

제 45 항에 있어서,

상기 공기 전극은 코발트 또는 아리듐 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 57

제 45 항에 있어서,

상기 공기 전극은 염화 코발트 또는 산화 아리듐 중 적어도 하나를 포함하는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 58

제 45 항에 있어서,

상기 배터리 셀은 요소 또는 암모니아 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 하나 이상의 전극 반응들을 겪도록 구성되는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 59

제 45 항에 있어서,

상기 배터리 셀은 염소, 차아염소산염, 또는 염화물 중 적어도 하나를 추가로 포함하는 하나 이상의 전극 반응들을 겪도록 구성되는, 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀.

청구항 60

에너지를 저장하기 위한 방법에 있어서:

전해질 공급 탱크에서 전해질을 수용하는 단계;

오버플로우가 상기 전해질 공급 탱크에서 발생하면, 몇몇 전해질이 전해질 공급 탱크로부터 아래에 놓인 제 1 금속-공기 배터리 셀로 떨어지도록 허용하는 단계; 및

오버플로우가 상기 아래에 놓인 금속-공기 배터리 셀에서 발생하면, 몇몇 전해질이 상기 아래에 놓인 제 1 금속-공기 배터리 셀로부터 제 2 금속-공기 배터리 셀 또는 수집 탱크로 떨어지도록 허용하는 단계를 포함하는, 에너지를 저장하기 위한 방법.

청구항 61

제 60 항에 있어서,

상기 수집 탱크로부터 제거된 상기 전해질을 제거하는 단계;

상기 수집 탱크로부터 제거된 상기 전해질을 처리하는 단계; 및

상기 처리된 전해질의 적어도 일부를 상기 전해질 공급 탱크에 제공하는 단계를 추가로 포함하는, 에너지를 저

장하기 위한 방법.

청구항 62

제 61 항에 있어서,

상기 제 1 금속-공기 배터리 셀 및 상기 제 2 금속-공기 배터리 셀은 서로 직렬로 접속되는, 에너지를 저장하기 위한 방법.

청구항 63

제 62 항에 있어서,

상기 제 1 금속-공기 배터리 셀 및 상기 제 2 금속-공기 배터리 셀은 그 사이에 공기 캡을 갖는, 에너지를 저장하기 위한 방법.

청구항 64

에너지를 저장하기 위한 방법에 있어서:

제 2 셀의 공기 전극과 접촉하는 제 1 셀의 금속 전극을 갖는 하나 이상의 중심 전극들을 제공하는 단계로서, 공기 터널은 상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이에 제공되는, 상기 중심 전극 제공 단계; 및

상기 하나 이상의 중심 전극들 위로 연장하는 제 1 프레임 및 상기 하나 이상의 중심 전극들 아래로 연장하는 제 2 프레임을 제공하는 단계로서, 상기 제 1 셀은 상기 금속 전극 위에서 전해질을 수용하기 위한 상기 제 1 프레임에 의해 에워싸인 공간을 포함하고 상기 제 2 셀은 상기 공기 전극 아래에서 전해질을 수용하기 위한 상기 제 2 공간에 의해 닫힌 공간을 포함하는, 상기 제 1 프레임 및 상기 제 2 프레임 제공 단계를 포함하는, 에너지를 저장하기 위한 방법.

청구항 65

유틸리티-스케일 에너지를 저장하기 위한 시스템에 있어서:

적어도 하나의 프레임을 포함한 복수의 수직으로 적층된 금속-공기 셀들로서, 하나 이상의 공기 터널들은 상기 셀들 사이에 제공되는, 상기 복수의 수직으로 적층된 금속-공기 셀들;

전해질을 상기 하나 이상의 셀들에 분배하도록 구성된 상기 하나 이상의 프레임들과 일체형인 전해질 흐름 관리 시스템; 및

상기 하나 이상의 공기 터널들을 통해 기류를 제공하도록 구성된 기류 어셈블리를 포함하는, 유틸리티-스케일 에너지를 저장하기 위한 시스템.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 전기적으로 재충전가능한 금속-공기 배터리 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

기존의 전력망 기반시설 및 바람, 태양, 및 파랑들과 같은 대규모 재생가능한 에너지원들로부터 온 간헐적인 발전원들의 통합의 조합으로, 상기 전력망의 전력 공급 안정성을 달성하기 위해 및 최고 및 한산한 기간들 동안 전력 공급을 시프트하기 위해 효과적인 에너지 저장 기술들에 대한 증가하고 중요한 요구가 존재한다. 유틸리티들은 부가적인 발전 용량을 부가하지 않고 비용 효율적인 방식으로 상기 전력망에 청정 전력을 부가하고, 정전들을 방지하고 최고 부하들을 관리하도록 돋기 위한 방식들을 찾고 있다. 배터리들은 풍력 및 솔라 팜들(solar farms)과 같은 재생가능한 에너지원들의 확장 및 대규모 채택에서 중요한 요소들로 고려되고 있다.

[0003]

지금까지 어떤 배터리 시스템도 몇몇 이유들로 이러한 애플리케이션에서 상업적으로 성공하지 못했다. 하나의 이유는 기존의 배터리 시스템들의 비용이 현재 너무 높다는 것이다. 결과적으로, 유틸리티들은 주로 요구대로 최고 전력을 제공하기 위해 가스 터빈들을 이용한다. 그러나, 그것들은 배터리들과 같은 실제 저장 디바이스들 만큼 다용도이거나 이용가능하지 않다. 현재 배터리 사이클 수명은 너무 낮아서, 실제 수명 비용들이 초기 비용

보다 훨씬 더 높게 만든다. 또한 많은 배터리들(나트륨-황 배터리들과 같은)은 증가된 온도들로 동작하고, 유해 화학 물질들을 포함하고, 가연성 물질들을 가질 수 있거나 리튬 기반 배터리들에서 발생하는 것들과 같은 폭주 반응을 겪을 수 있다. 요컨대, 유틸리티들에 대한 상업적으로 실현가능한 가격 및 실현가능한 수명에서, 대규모 배터리 크기, 적절한 성능, 및 긴 방전/충전 사이클 수명을 제공하는 상업적인 배터리 기술이 현재 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러므로, 개선된 배터리 시스템들에 대한 요구가 존재한다. 상업적으로 실현가능한 재충전가능한 배터리 구성들에 대한 추가 요구가 존재한다.

과제의 해결 수단

[0005] 이들 문제점들 모두를 극복하기 위해, 새로운 전기적으로 재충전가능한 금속-공기 시스템 설계/화학이 본 발명의 일 양태에 따라 제공되어 왔다. 상기 금속-공기 셀 설계는 상당한 수의 신규하고 이전에 검토되지 않은 화학적, 물질들, 구조적, 및 설계 변화들을 포함한다. 이들 중요한 변화들 및 수정들이 이하에 보다 상세히 설명될 것이다. 몇몇 실시예들에서, 이러한 금속-공기 셀은 아연-공기 셀일 수 있다. 지금까지 테스트한 독립적인 제3자는 상기 제안된 아연-공기 셀이 공기 음극(air cathode) 열화의 증거 없이 200회에 걸쳐 방전 및 충전될 수 있다는 것이 검증되었으며, 따라서 보다 긴 수명이 예상된다. 여기에 리스트된 수정들의 일부(또는 모두)는 이러한 아연 공기 시스템을 감당할 수 있고 실현하게 할 수 있는 긴 사이클 수명을 가진 셀 성능을 획득하기 위해 조합될 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 양태는 금속 전극; 공기 전극; 및 상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이의 수용성 전해질로서, 상기 금속 전극은 상기 전해질에 직접 접촉하고 어떤 분리기도 상기 공기 전극과 상기 금속 전극 사이에 제공되지 않는, 상기 수용성 전해질을 포함하는 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀에 관한 것이다. 몇몇 부가적인 실시예들에서, 어떤 분리기도 상기 공기 전극과 상기 전해질 사이에 제공되지 않는다.

[0007] 본 발명의 또 다른 양태는 금속 전극; 공기 전극; 및 약 3 내지 약 10의 범위에 있는 pH를 가진 수용성 전해질 용액으로서, 상기 배터리 셀 시스템은 상기 재료들의 물리적 열화 또는 상기 배터리 셀 및 시스템의 성능의 실질적인 열화 없이 적어도 500개의 방전 및 재충전 사이클들이 가능한, 상기 수용성 전해질 용액을 포함한 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀 시스템에 관한 것이다.

[0008] 배터리 셀 어셈블리가 본 발명의 또 다른 양태에 따라 제공될 수 있다. 상기 배터리 셀 어셈블리는 금속 전극, 공기 전극과 그것들 사이의 전해질을 포함하는 셀; 및 금속 전극, 공기 전극, 및 그것들 사이에 전해질을 또한 갖는 제2 셀을 포함할 수 있다. 이들 두 개의 셀들은 셀 #1의 금속 전극이 상기 셀 #2의 공기 전극과 접촉하는 방식으로 접속된다. 이것은 공기 공간 또는 터널이 셀 #1의 금속 전극 및 셀 #2의 공기 전극 사이에 형성되도록 허용한다. 이러한 구성에서, 상기 금속 전극 및 공기 전극은 서로 평행하고 수평으로 배향된다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극 및 공기 전극은 실질적으로 수직 정렬될 수 있다.

[0009] 본 발명의 부가적인 양태는 에너지 저장 시스템을 제공하고, 상기 에너지 저장 시스템은: 아래에 놓인 금속 공기 배터리 셀에 전해질을 요구대로 분배하도록 구성된 흐름 제어 특징부를 가진 전해질 공급 어셈블리; 및 오버플로우 부분을 가진 적어도 하나의 포트를 포함하는 하나 이상의 금속 공기 배터리 셀들을 포함하고, 상기 흐름 제어 특징부는 과도 또는 과잉 전해질로 하여금 전해질 볼륨들이 상당히 증가한다면 각각의 셀에서 오버플로우 하도록 또는 특정 셀에서의 전해질 볼륨들이 감소한다면 전해질로 개개의 셀들을 채우도록 허용한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 흐름 제어 특징부들은 상기 오버플로우 부분에 걸쳐 수직으로 정렬될 수 있다.

[0010] 에너지를 저장하기 위한 방법은 본 발명의 또 다른 양태를 제공할 수 있다. 상기 방법은 전해질 공급 탱크에서 전해질을 수용하는 단계; 오버플로우가 상기 전해질 공급 탱크에서 발생하면, 몇몇 전해질이 전해질 공급 탱크로부터 아래에 놓인 제1 금속-공기 배터리 셀로 떨어지도록 허용하는 단계; 및 오버플로우가 기본 금속-공기 배터리 셀에서 발생하면, 몇몇 전해질이 상기 아래에 놓인 제1 금속-공기 배터리 셀로부터 제2 금속-공기 배터리 셀 또는 수집 탱크로 떨어지도록 허용하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 전해질 직렬 효과는 모든 셀들에서 전해질 레벨들이 가득차고(양호한 전기적 접촉을 유지하기 위해) 대략 동일하고 심지어 전해질의 확장, 축소 또는 증발을 갖고 전해질 볼륨들을 동등하게 만든다는 것을 보장한다.

[0011] 부가적인 방법들이 본 발명의 다른 양태들에 따라 제공될 수 있다. 에너지를 저장하기 위한 방법은 하나 이상의

바이폴라 공기 전극들("중심 전극들(centrodes)"로서 불리울 수 있는)을 제공하는 단계로서, 공기 전극들 사이에 공기 공간을 가진, 보다 구체적으로 제 2 셀의 공기 전극과 접촉하는 제 1 셀의 금속 전극을 갖고, 공기 터널이 상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이에서 제공되는, 상기 하나 이상의 바이폴라 공기 전극들 제공 단계; 및 상기 하나 이상의 중심 전극들 위로 연장하는 제 1 프레임 및 상기 하나 이상의 중심 전극들 아래로 연장하는 제 2 프레임을 제공하는 단계로서, 상기 제 1 셀은 상기 금속 전극 위에서 및 전해질을 수용하기 위해 상기 제 1 프레임에 의해 에워싸인 상기 공간을 포함하고 상기 제 2 셀은 상기 공기 전극 아래에서 및 전해질을 수용하기 위해 상기 제 2 공간에 의해 에워싸인 상기 공간을 포함하는, 상기 제 1 프레임 및 제 2 프레임 제공 단계를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 중심 전극은 이 문서에서 다른 곳에서 설명되거나 도시되는 바와 같이 제공될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 양태에 따라 제공된, 유틸리티-규모 에너지를 저장하기 위한 시스템은 적어도 하나의 프레임을 포함한 복수의 수직 적층된 금속-공기 셀들로서, 하나 이상의 공기 터널들이 개개의 셀들 사이에서 제공되는, 상기 복수의 수직 적층된 금속-공기 셀들; 하나 이상의 셀들 또는 셀 스택들에 전해질을 분배하도록 구성되는 전해질 흐름 관리 시스템; 및 상기 하나 이상의 공기 터널들을 통해 기류를 제공하도록 구성된 기류 어셈블리를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질 관리 시스템은 하나 이상의 프레임들에 일체형이 될 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 목적들 및 이점들은 또한 다음의 도면 및 첨부한 도면들과 함께 고려될 때 추가로 인식되고 이해될 것이다. 다음의 설명은 본 발명의 특정 실시예들을 설명하는 구체적인 상세들을 포함할 수 있지만, 이것은 본 발명의 범위에 대한 제한들로서 해석되어서는 안되고 잠재적이거나 바람직한 실시예들의 예시로서 해석되어야 한다. 본 발명의 각각의 양태에 대해, 당업자들에게 알려진 많은 변화들이 여기에서 제안된 것과 같이 가능하다. 다양한 변화들 및 수정들이 그 사상으로부터 벗어나지 않고 본 발명의 범위 내에서 이루어질 수 있다.

[0014] 본 명세서에서 언급된 모든 공개물들, 특히들 및 특히 출원들은 여기에서 각각각의 개개의 공개물들, 특히, 또는 특히 출원이 구체적으로 및 개별적으로 참조로서 통합되는 것으로 표시되는 것처럼 동일한 정도로 참조로서 통합된다.

[0015] 본 발명의 신규한 특징들이 첨부된 청구항들에서 자세하게 제시된다. 본 발명의 상기 특징들 및 이점들에 대한 보다 양호한 이해가 본 발명의 원리들이 이용되는 예시적인 실시예들을 제시한 다음의 상세한 설명, 및 첨부한 도면들에 대한 참조에 의해 획득될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 수평 방향으로 배열된 재충전가능한 금속-공기 셀들을 도시한 도면.

도 2는 서로의 최상부 상에 적층될 수 있는 개개의 셀들의 일 예를 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 셀의 동일 크기의 단면도를 도시한 도면.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따라 공통 전해질 충진 포트 및 재순환 탱크를 공유할 수 있는, 수평으로 배열되는 셀들의 배열 내에서 실질적으로 일정하고 균일한 전해질 레벨을 유지하기 위한 시스템을 도시한 도면.

도 4b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 충전된 전해질(아연 금속 또는 아연 슬러리를 갖고)을 위해 소비된 전해질을 스와핑하기 위해 충진 포트들 및 별개의 탱크 또는 충전기를 공유하는 병렬 셀들을 가진 복수의 셀들 내에서 전해질 레벨들을 유지하기 위한 부가적인 시스템을 도시한 도면.

도 5는 배터리 스택 구성의 일 예를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 각각의 셀이 다른 셀들로 채우고 직렬되거나 오버플로우하도록 허용하는 에너지 저장 시스템을 위한 집중화된 전해질 관리 포트의 일 예를 도시한 도면.

도 7은 고장 셀을 바이패스하기 위해 금속 전극 - 공기 전극 접속들을 수직으로 가진 그리고 또한 수평 중복성을 가진 배터리 스택 구성의 부가적인 뷔를 도시한 도면.

도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따라 전해질 재순환 시스템의 일부가 되도록, 상부 탱크 및 하부 드레인을 갖는 트레이들의 별개의 스택을 가진 배터리 모듈을 위한 절연 화물 컨테이너 및 HVAC 기계 이용의 일 예를 도시한 도면.

도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 컨테이너 바닥 상에 재순환 시스템의 일부인 파이프들을 갖는 배터리 모듈들의 최하부에서의 셀들의 개개의 트레이들을 도시한 도면.

도 8c는 재순환 탱크들 및 인버터들 또는 다른 전력 제어 장비를 가진 배터리 시스템에서 어셈블리된 다수의 배터리 모듈들을 도시한 도면.

도 8d는 컨테이너 내에 복수의 배터리 모듈들을 포함한 배터리 시스템의 상면도를 도시한 도면.

도 8e는 기류 어셈블리의 일 예를 제공한 도면.

도 8f는 기류 어셈블리의 부가적인 뷰를 제공한 도면.

도 8g는 기류 어셈블리의 대안 예를 제공한 도면.

도 8h는 컨테이너 내에서의 배터리 시스템의 일 예를 제공한 도면.

도 9a는 수평으로 접속되는 각각의 로우의 단부에서 전기적 접속들을 가진 셀 프레임 어셈블리 또는 트레이의 저면도를 제공한 도면.

도 9b는 셀 프레임 또는 트레이 어셈블리 및 하나 이상의 중심 전극들의 뷰를 도시한 도면.

도 10은 "쿼드"로서 불리울 수 있는, 공통 충진 및 출구 포트를 공유하도록 위치된 수평 어셈블리에서의 4개의 셀들의 상면도.

도 11a는 본 발명의 일 실시예에 따른 셀들 가운데 공유된 충진 및 오버플로우 포트를 가진 에너지 저장 시스템의 상면도.

도 11b는 상기 중력-공급식 물 공급 탱크를 갖고, 중력을 가진 가스를 버핑 또는 누출시키도록 치우친, 도 11a로부터의 에너지 저장 시스템의 측면도 또는 단면도.

도 12는 전기적으로 재충전가능한 금속 공기 셀을 위한 3개의 전극 설계의 개략도.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 테스트 시간에 걸친 셀 전압의 일 예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명의 바람직한 실시예들이 여기에 도시되고 설명되지만, 이러한 실시예들은 단지 예로서 제공된다는 것이 당업자들에게 명백할 것이다. 다수의 변형들, 변화들, 및 대체들이 이제 본 발명으로부터 벗어나지 않고 당업자들에게 발생할 것이다. 여기에 설명된 본 발명의 실시예들에 대한 다양한 대안들이 본 발명을 실시할 때 이용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0018] 본 발명은 전기적으로 재충전가능한 금속-공기 배터리 시스템들 및 방법들을 제공한다. 여기에 설명된 본 발명의 다양한 양태들이 이하에 제시된 특정 애플리케이션들 중 임의의 것에 또는 임의의 다른 유형들의 배터리 시스템들에 대해 적용될 수 있다. 본 발명은 독립형 시스템 또는 방법으로서, 또는 전력망/유틸리티 시스템 또는 재생가능한 에너지 저장 시스템 또는 방법의 일부로서 이용될 수 있다. 본 발명의 상이한 양태들이 개별적으로, 총괄적으로, 또는 서로 조합하여 이해될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

금속-공기 배터리

[0020] 금속 공기 배터리들은 저 비용으로 매우 높은 에너지 밀도들에 대한 잠재력을 가진다. 금속 공기 배터리 시스템들은 그것들의 음극 반응물로서 대기 산소, 그러므로 그것의 이름으로 "공기"를 이용한다. 금속 공기 배터리들은 상기 반응물들 중 하나-산소-가 배터리 자체 내에 저장되지 않는다는 점에서 고유의 전력 원들이다. 대신에, 주위 공기의 약 20 퍼센트를 구성하는 산소 가스가 필요한 대로 주변 공기의 제한되지 않은 공급으로부터 취해지고 공기 전극 내부에서 촉매 표면들에 의해 감소되는 셀에 진입하도록 허용될 수 있다. 산소 가스는 본질적으로 고갈되지 않는 음극 반응물일 수 있다. 산소 가스가 상기 셀 내에서 운반될 필요가 없기 때문에, 전체 셀 중량들, 볼륨 또는 크기는 비교적 낮을 수 있고 에너지 밀도들(주어진 셀 중량당 셀 암페어-시 용량들)은 높을 수 있다. 예를 들면, 셀 중량들 및 볼륨은 다른 배터리 구성들의 셀 중량들보다 낮을 수 있고 에너지 밀도들은 다른 배터리 구성들에 대한 에너지 밀도들보다 높을 수 있다. 또 다른 이점은 공기 전극들에 의해 점유된 볼륨 및 중량이 작으며, 이것은 다른 전기화학 전력 원들에 비교하여 상기 시스템의 보다 높은 특정 특성들(Ah/kg 및 Ah/l)을 초래할 수 있다.

[0021] 금속-공기 배터리 시스템들은 셀 방전 동안, 적절한 산소 환원 촉매들을 포함하는 음극에서 산소 환원 반응과 함께 양극(anode)으로서 동작할 수 있는, 반응성 금속 전극에서의 산화 반응을 결합함으로써 전기를 생성할 수 있다. 아연 양극으로부터의 생성된 자유 전자들은 외부 로드를 통해 음극으로서 동작하는 상기 공기 전극으로

이동할 수 있다.

[0022] 그러나, 금속-공기 유형 배터리들의 주요 결점은 그것들이 통상적으로 다수의 방전 및 충전 사이클들에 대해 전기적으로 재충전가능하지 않다는 것일 수 있다. 방전-충전 사이클은 전체 전기 충전으로 이어지는 하나의 전체 전기적 방전으로서 여기에 규정된다. 몇몇 실시예들에서, 전체 전기 방전은 약 6시간 지속될 수 있고, 동시에 이어진 전체 충전이 또한 약 6시간 지속될 수 있다. 이러한 12시간 왕복 방전 및 충전 사이클(상기 전력망을 안정화시키거나 조절하기 위해 보다 짧은 지속기간 충전들 및 방전들의 가능성을 갖고)이 특징적이고 상기 전력망 상에서의 통상적인 하루 꼬박의 백업 서비스에 대해 예측될 수 있다. 전기적 재충전가능성은 전력망 애플리케이션들을 위해 고려되는 임의의 배터리에 대해 필수적이거나 매우 바람직할 수 있다. 종래의 대규모 금속 공기 배터리들은 전기적으로 재충전가능하지 않거나 단지 수백 개의 방전 충전 사이클들 미만 동안 순환될 수 있다. 더욱이, 종래의 대형 금속 공기 배터리 시스템들은 상업적으로 쉽게 이용가능하지 않다. 유털리티 애플리케이션들에 대해 실현가능하도록, 전기적으로 재충전가능한 배터리는 바람직하게는 양호한 전체 효율성을 가진 적어도 3500 내지 10000개의 고성능 방전 및 충전 사이클들을 전달해야 한다. 이것은 약 10 내지 30년 수명에 대응할 것이다.

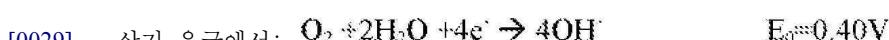
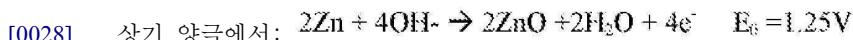
[0023] 금속-공기식 배터리 내에서, 상기 금속 전극 및 공기 전극을 접속하는 상기 전기적으로 전도성 전해질은 보통 용해된 소금들을 포함한 용액(몇몇 실시예들에서, 물-기반, 수용성)이다. 금속-공기 배터리들은 연료 전지를 및 배터리들 둘 모두의 바람직한 특성들을 조합하는 것으로 여겨질 수 있고: 상기 금속(예로서, 아연)은 연료이고, 반응 속도들은 상기 기류를 변경함으로써 제어될 수 있고 산화된 금속/전해질 페이스트는 새로운 금속 또는 페이스트로 대체될 수 있다. 금속 공기 셀들의 엄청난 안전성 이점은 그것들이 본질적으로 단락 회로 방지라는 사실이다. 금속 공기 셀들이 그것들이 계속해서 주변 공기로부터 회수하여 이용할 수 있는 산소의 양만큼 제한되기 때문에, 그것들은 궁극적으로 그것들이 얼마나 많은 전류를 생성할 수 있는지에 의해 제한된다. 단락 회로가 셀 내에서 발생할 때, 다른 배터리 화학 특성들과 달리, 금속 공기 셀은 간단히 제한되지 않은 전류를 공급하지 않으며 - 상기 전류 전달 능력은 최대치, 상한을 가진다. 이것은 중요한 안전성 고려사항이다. 금속 공기 배터리 시스템들은 이에 제한되지 않지만, 알루미늄-공기, 마그네슘-공기, 철-공기, 리튬-공기, 나트륨-공기, 티타늄-공기, 베릴륨-공기, 및 아연-공기를 포함할 수 있다.

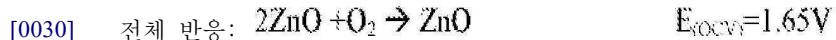
[0024] 특히, 아연은 다른 금속들에 비해 많은 이점들을 가진다. 그러나, 여기에서의 다른 곳에서 논의된 실시예들 중 임의의 것이 또한 아연을 포함하거나 포함할 수 없는 임의의 유형의 금속-공기 배터리 시스템에 적용될 수 있다. 양극으로서 아연에 대한 임의의 참조가 또한 임의의 다른 금속에 적용될 수 있고 그 역 또한 마찬가지이다. 아연-공기 배터리들에 대한 임의의 참조는 임의의 다른 금속-공기 배터리들에 적용될 수 있고 그 역 또한 마찬가지이다.

[0025] 아연은 그것이 경량이고, 무독성이고, 저렴하고, 쉽게 이용가능하고, 전기화학 충전 동안 도금을 위한 빠른 전기화학 반응 속도들을 가지기 때문에 유리한 재료일 수 있다. 이 때문에, 아연-공기 셀들은 기본적이고(일회용) 및 재충전가능한(재이용가능한) 셀들로서 이용되어 왔다. 아연 공기 셀들은 기계적으로 또는 전기적으로 재충전 될 수 있다. 기계적으로 재충전가능한(재보급가능한) 셀들에서, 소비된 아연은 셀/배터리로부터 물리적으로 제거될 수 있고 새로운 아연으로 기계적으로 대체될 수 있다. 소비된 아연은 금속성 아연으로 다시 상이한 위치에서 개별적으로 처리될 수 있다. 이러한 기계적으로 재충전가능한 배터리들은 몇몇 실시예들에서 전력망 저장 애플리케이션을 위해 이용될 수 있다.

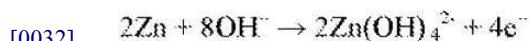
[0026] 바람직한 실시예들에서, 전기적으로 재충전가능한 셀들이 이용될 수 있다. 보다 실현가능한 전기적으로 재충전 가능한 셀들에서, 외부 소스로부터의 전기는 공기 전극에서 산소를 생성하기 위해 이용될 수 있는 반면, 아연 금속은 원래의 금속 전극을 재구성하기 위해 상기 금속 전극으로 다시 전기화학적으로 재-증착(도금)될 수 있다. 이를 아연 공기 시스템들 모두는 통상적으로 고도의 가성 칼륨 수산화물(KOH)에 기초하여 알칼리 수용성 전해질들을 이용한다.

[0027] 셀 방전 동안 통상의 셀 동작 동안, 주변 공기로부터의 산소는 환원될 수 있는 반면(전자들을 얻는다) 반응성 금속은 산화를 겪는다(전자들을 잃는다). 예를 들면, 알칼리 전해질을 포함한 아연 공기 셀들에서, 다음의 간략화된 셀 반응들이 발생할 수 있다.





[0031] 몇몇 인스턴스들에서, 실제 양극 반응 생성물들은 단순히 $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ 라기보다는 Zn(OH)_4^{2-} 이다. 전체 양극 반응은 그러므로 다음과 같이 쓰여질 수 있다.



[0033] 생성된 아연 산화물, 칼륨 아연산염이 용액에 남을 수 있다.

[0034] 알칼리 전해질들을 이용하는 아연 공기 재충전가능한 셀들은 다수의 기술적 이슈들을 가질 수 있다. 제 1 이슈는 공기가 상기 셀에 들어갈 때, 이산화탄소(CO_2) (보통 주위 공기에 존재하는)가 또한 들어갈 수 있고 불용성 탄산염 종들을 형성하기 위해 알칼리 전해질과 느리게 반응할 수 있다. 이를 불용성 탄산염은 상기 공기 전극들의 구멍들 내에서 및 또한 상기 전해질에서 침전한다. 이러한 생성된 침전물은 상기 전해질의 전기적 전도성을 낮추며 공기 전극 구멍들이 불용성 재료에 의해 차단되기 때문에, 공기 전극 성능은 현저히 감소된다. 이산화탄소 흡수 시스템들은 인입 공기로부터 CO_2 를 제거(없애다)하기 위해 이용되지만, 상기 부가된 중량 및 복잡도는 알칼리 전해질을 이용하는 금속 공기 시스템들의 이점들을 손상시킨다.

[0035] 또한, 흔히 이용된 알칼리 전해질들은 습한 환경들에서 흡습용해(공기로부터 물을 흡수하는)를 겪기 때문에, 과도한 물이 이를 배터리 시스템들에 축적될 수 있고, 상기 공기 전극이 물로 넘쳐나게 되게 할 수 있다. 공기(산소)는 물을 통해 쉽게 확산될 수 없기 때문에, 보다 적은 산소가 들어갈 수 있고 공기 음극 내에서 감소될 수 있다. 이것은 알칼리 계 공기 음극들이 그것들의 활성 특성들을 빨리 잃게 할 수 있다.

[0036] 종래의 알칼리-계 아연 공기 셀들이 가진 또 다른 이슈는 이온 전도 및 셀 전력 성능이 OH^- 농도가 증가함에 따라 향상되지만, 형성된 아연 종들의 용해도도 그렇다는 것이다. 이것은 셀 설계 딜레마를 보여준다. 한편으로, 보다 높은 pH는 개선된 전해질 전기 전도성 및 양호한 셀 용량을 위해 바람직하다. 트레이드오프는 보다 높은 전해질 pH가 셀 충전 동안 보다 큰 형상 변화들을 초래하는 형성된 아연 방전 제품의 보다 큰 용해성 및 그에 따른 낫아진 사이를 수명을 이끌 수 있다는 것이다. 즉, 통상적인 셀 설계에서, 열악한 사이를 수명을 가진 양호한 셀 용량 또는 열악한 셀 용량들을 가진 양호한 셀 수명을 가진 하나를 선택할 수 있다. 양호한 셀 수명 및 양호한 셀 용량 모두의 바람직한 조합은 현재 전기화학적으로 재충전가능한 금속 공기 셀들에서 이용가능하지 않다.

[0037] 통상적인 알칼리 전해질들이 가진 또 다른 이슈는 전기적 충전 동안, 도금된 아연은 상기 아연 전극을 통해 이동 및 재분배하려는 경향이 있다는 것이다. 단지 몇 개의 충전 사이클들 후, 아연은 원치 않는 형태학들(예로서, 스폰지, 이끼, 또는 필라멘트/수지상 증착물들로서)로 증착할 수 있다. 수지상 증착물은 보통 평활한 아연 표면 밖으로 돌출되는 증착물이다. 불규칙적으로 도금된 아연 입자들은 보다 높은 전기적 저항을 가질 수 있고 기계적으로 서로 잘 붙지 않는다. 이를 아연 입자들은 절연된 아연 증착물을 형성하기 위해 금속 전극들을 쉽게 떨어뜨릴 수 있다. 이들 인자들의 모두는 지속적인 방전 및 충전 사이클들 후 종래의 아연 공기 배터리들에 대한 감소된 배터리 용량 및 감소된 전력 출력에 기여한다.

배터리 전해질

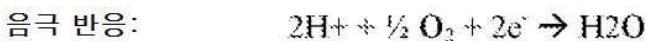
[0039] 본 발명의 일 양태에 따르면, 아연-공기 배터리와 같은, 금속-공기 배터리의 성능을 향상시킬 수 있는 배터리 전해질이 선택될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 전해질은 수용성의 염화물 계 전해질일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질은 약 6의 pH를 가질 수 있다. 상기 전해질은 10 이하의 pH, 또는 여기에서 언급된 임의의 다른 pH 값 이하를 가질 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 상기 전해질은 3-10, 4-9, 5-7, 5.5-6.5, 또는 5.75-6.25 사이에 속하는 pH를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전해질은 약 3, 4, 5, 5.25, 5.5, 5.75, 5.8, 5.9, 5.95, 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.5, 6.75, 7, 8, 9, 또는 10의 pH를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질은 알칼리일 수 있다. 상기 pH는 비교적 중성의 pH일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 실질적으로 어떤 탄산염들도 상기 공기에 존재하는 CO_2 의 결과로서 형성되지 않는다. 상기 전해질은 CO_2 흡수가 거의 없거나 아예 없이 비-수지상일 수 있다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따라 제공된 배터리는 수용성, 염화물 계 전해질을 이용할 수 있다. 보다 낫은 전해질 pH 때문에, 어떤 이산화탄소(또는 매우 낫은 레벨의 이산화탄소)도 공기로부터 흡수되지 않으며 따라서 어떤 불용성 탄산염들도 상기 전해질 또는 공기 전극 중 하나에서 형성하지 않는다. 또한, 염화물 계 수용성 전해질들

은 보통 평활하고 잘 달라붙는 아연 증착물들을 증착시키기 위해 아연 도금 산업들에서 이용되기 때문에, 아연 도금 효율성들(셀 충전 동안)은 현저히 향상되어야 한다.

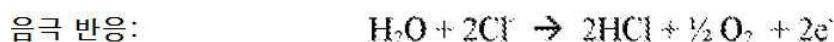
- [0041] 아연 공기 셀에서 바람직한 염화물-계 전해질은 본 발명의 일 실시예에 따른다. 전해질은 수용액에 용해가능한 염산염들의 혼합물을 포함할 수 있다. 용해가능한 염산염들은 수용액에서 용해가능한 염산염을 계산하기에 적합한 양이온을 가질 수 있다. 적합한 염산염들의 양이온들은 아연, 암모늄, 나트륨, 또는 수용액들에 용해가능한 염산염들을 계산할 수 있는 임의의 다른 양이온을 포함할 수 있다. 전도성 전해질은 수용액에 개별적으로 또는 함께 혼합된, 황산염들, 질산염들, 탄산염들, 헥사플루오로규산염들, 테트라플루오르붕산염들, 메탄술폰산염들, 과망간산염들, 육불화인산염들, 붕산염들, 또는 인산염들에 기초한 용해가능한 소금들의 혼합물일 수 있다. 예를 들면, 염화물 전해질들의 혼합물이 이용된다면, 이러한 새로운 아연-공기 셀은 다음과 같이 설명될 수 있다.
- [0042] Zn/ZnCl₂, NH₄Cl, H₂O/O₂(탄소)
- [0043] 여기에서, 좌측에서 우측으로 읽으면, 아연은 양극일 수 있다. 그것은 ZnCl₂ 및 NH₄Cl 및 H₂O를 포함한 전해질로부터 분리될 수 있다. 상기 탄소계 공기 전극은 O₂가 방전 동안 감소되고 충전 동안 생성된다.
- [0044] 몇몇 실시예들에서, KOH 또는 다른 전해질들이 이용될 수 있다. 이러한 시스템은 수산화칼륨 전해질이 CO₂를 흡수하는 것처럼 CO₂ 스크러버의 부가를 요구하거나 이를 이용할 수 있다. 이 기술분야에 알려진 임의의 전해질은 여기에 설명된 시스템들 및 방법들의 실시예들과 함께 이용될 수 있다.
- [0045] 몇몇 실시예들에서, 산소 방출은 낮은 전류 밀도들에서 셀을 충전함으로써 향상될 수 있다. 이러한 전류 밀도들은 Cl₂ 방출을 최소화하거나 감소시킬 수 있다. 이러한 전류 밀도들의 예들은 약 1 mA/cm² 내지 약 100 mA/cm²를 포함할 수 있다. 이러한 전류 밀도들은 대략 다음의 전류 밀도들 중 임의의 것보다 작거나, 그보다 크거나 그것 사이에 있을 수 있다: 약 1 mA/cm², 5 mA/cm², 10 mA/cm², 20 mA/cm², 30 mA/cm², 40 mA/cm², 50 mA/cm², 60 mA/cm², 70 mA/cm², 80 mA/cm², 90 mA/cm², 또는 100 mA/cm². 상기 산소 방출은 또한 전해질 pH를 조절함으로써 향상될 수 있다. 더욱이, 산소 방출은 산소 방출을 위한 낮은 과전압을 가진 촉매 또는 전극을 이용함으로써 향상될 수 있다.
- [0046] 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극은 아연으로 형성될 수 있고, 도금된 아연일 수 있거나, 합금과 같이 임의의 다른 형태의 아연을 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전해질은 % 질량으로 물에 약 15% 염화 아연(ZnCl₂) 및 약 15% 염화 암모늄(NH₄Cl₂)의 혼합물을 포함할 수 있다. 전해질은 대안적으로 % 질량으로 물에 약 15% 염화 아연 및 약 20% 염화 암모늄의 혼합물을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 수용성 전해질은 변화하는 양들의 염화 아연 및 염화 암모늄 또는 LiCl과 같은 다른 소금들 또는 염화물들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 전해질은 약 10%, 12%, 13%, 14%, 14.5%, 15%, 15.5%, 16%, 17%, 18%, 또는 20% 염화 아연 또는 염화 암모늄을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 약 동일한 양 또는 유사한 양들의 염화 아연 및 염화 암모늄이 제공될 수 있다. 다른 재료들이 상기 전해질을 버퍼링하기 위해 부가될 수 있다. 이것들은 구연산 암모늄 또는 아세트산 암모늄과 같은 다른 호환가능한 버퍼들, 또는 1 내지 2% 질량으로의 수산화 암모늄을 포함할 수 있다. Mn 또는 Co 기반 촉매를 포함한 다공성 탄소 공기 전극(음극)은 산소 환원 반응을 보조할 수 있다.
- [0047] 셀 방전 동안, 주위 공기로부터의 산소는 다공성 공기 전극을 통해 상기 셀에 들어갈 수 있고 상기 공기 전극에서 또는 그것 상에서 구체적으로 설계된 촉매에서의 환원을 겪을 수 있다. 상기 공기 전극은 탄소계 전극일 수 있다. 한편, 상기 금속 전극(아연일 수 있는)에서, 아연은 용해가능한 아연 이온들로서 용액에 들어간다. 염화물-계 전해질의 존재에 있어서, 염화 아연은 상기 수용성 전해질에서 다소 용해가능할 수 있다. 셀 방전이 계속되고 보다 많은 아연 이온들이 생성됨에 따라, 염화 아연의 용해도 한계는 초과될 수 있다. 이것은 몇몇 염화 아연이 그침전되게 할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 침전을 처리하기 위한 방법들이 이하에 보다 상세히 설명될 것이다. 셀 충전 동안, 역 전기화학적 반응이 발생한다. 아연 금속이 상기 아연 전극으로 다시 재발생(도금)될 수 있는 동안 산소 가스는 상기 공기 전극에서 생성된다.
- [0048] 약 6의 pH를 가질 수 있는, 염화물 전해질에서의 간략화된 방전/충전 프로세스들이 다음의 반응들에 의해 설명될 수 있다:

[0049] 셀 방전 동안



[0050] 양극 반응: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

[0051] 셀 충전 동안

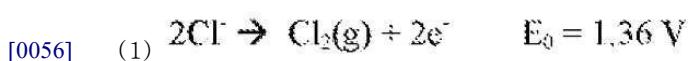


[0052] 양극 반응: $\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn} + 2\text{HCl}$

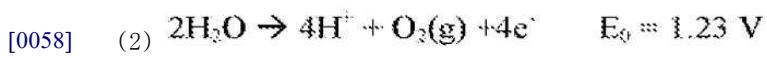
[0053] 염화 암모늄 전해질에서의 셀 방전 동안 형성된 아연 종들은 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 로서 보다 정확하게 설명될 수 있다.

[0054] 상기 공기 전극에서, 주위 공기로부터 획득된 산소는 공기 투파성, 소수성, 막을 통해 상기 셀에 들어갈 수 있다. 셀 충전 동안, 산소 가스는 상기 공기 전극에서의 물 전기 분해들을 통해 생성될 수 있다.

[0055] 재충전가능한 아연 공기 배터리 기술들에서 염화물 계 수용성 전해질들을 이용하는 하나의 효과는 셀 충전 동안 (양극 전위들 하에서), 염소 방출을 수반한 원치 않는 부 반응이 가능하게 발생할 수 있다.



[0057] 염소를 생성하는 것은 그것이 전체 셀 충전 효율성을 낮출 수 있기 때문에 이러한 전해질 시스템에서 바람직하지 않은 반응일 수 있다. 예를 들면, 전기 에너지는 방출 산소로보다는 발생 염소로 들어갈 수 있다. 그러므로, 상기 배터리 시스템이 셀 충전 동안, 양극 전위들이 산소 방출을 지지하고 염소 방출을 최소화하도록 설계되는 것이 바람직할 수 있다.



[0059] 비록 보다 낮은 산화 전위를 가진 산소 방출(반응 2)이 그것이 열역학적으로 염소 방출(반응 1)보다 선호되기 때문에 대부분 발생한다고 예측되지만, 염소 방출은 훨씬 더 단순한 화학 반응이고 보다 낮은 과전압을 가진다. 이것은 염화물 환경들에서, 바람직하지 않은 염소 방출이 사실상 산소 방출보다 발생할 가능성이 더 높을 수 있다.

[0060] 생성된 염소는 차아염소산(HClO)을 형성하기 위해 물에 용해될 수 있다. 차아염소산염 이온들이 그 후 상기 조건들에 의존하여, 염화물, 여러 개의 알려진 산화된 염소 종들, 또는 심지어 자유 용해된 염소 가스로 분해될 수 있다. 염소 가스 자체가 변하지 않은 채로 있지 않을지라도, 이러한 반응은 그것이 전체 충전 효율성을 낮추기 때문에 우리의 셀에서 여전히 바람직하지 않을 것이다.

[0061] 바람직하지 않은 염소(또는 차아염소산염) 방출을 최소화하거나 감소시키기 위한(또는 산소 생성 효율성을 향상시키기 위한) 다수의 실현가능한 방식들이 존재한다. 산소 방출은 저 전류 밀도 상태를 하에서 유리해지기 때문에, 하나의 가능성은 산소 방출을 쉽게 하기 위해 충전 전류 밀도를 낮추는 것일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 바람직한 충전 전류 밀도들은 약 10 mA/cm^2 내지 약 200 mA/cm^2 일 수 있고 상기 배터리가 용인할 최대 충전 또는 방전 전류까지 상기 애플리케이션에 의존하여 변경될 수 있다.

[0062] 또 다른 방식은 전해질 pH를 조절하는 것일 수 있다. 특정 pH 값들에서, 산소 생성은 염소 방출보다 더 유리해질 수 있다. 보다 높은 pH는 Cl_2 방출에 비해 O_2 방출이 유리하다. 상기 전해질은 수산화 암모늄, 구연산 암모늄의 첨가에 의해 약간 상승되고 베퍼링될 수 있다. 염소 방출은 pH 2 아래에서 유리해진다. 염화 암모늄은 이러한 시스템에서 pH 베퍼로서 동작하지만, 수용성 수산화 암모늄의 첨가는 상기 전해질 전도성 또는 다른 성능 특성들에 악영향을 주지 않고 상기 전해질 pH를 올릴 것이다.

[0063] 또 다른 방식은 염소 방출을 위한 높은 과전압들 및 산소 방출을 위한 매우 낮은 과전압들을 가진 공기 전극에서 공기 전극들 또는 선택된 촉매들을 이용하는 것일 수 있다. 이러한 방식으로, 셀 충전 동안, 산소 방출이 유리해진다. 이것은 전극 표면들을 변경함으로써(이하에 추가로 보다 상세히 논의될 바와 같이), 또는 산소 방출을 위한 낮은 과전압들을 갖기 위해 잘 알려진, MnO_2 와 같은 재료들을 첨가함으로써 달성될 수 있다. 유사하게는, 다양한 전해질 소금들의 첨가가 염소 방출을 최소화하기 위해 도시되었다. 이러한 소금들 또는 화

학제들의 예들은 염화 코발트, 산화 이리듐(IrO₂) 또는 용해가능한 Mn 소금들을 포함할 수 있다. 부가적으로, 무독성의, 쉽게 배출된 가스들을 생성하기 위해 염소(그것이 형성된다면)와 반응하기 위해 알려진 요소(urea)와 같은 물-용해가능한 첨가물들이 존재한다.

[0064] 그러나 알칼리 전해질의 이용은 이산화탄소가 공기로부터 제거된다면 여기에 개시된 시스템의 일부로서 이용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 그렇다면, 여기에 설명된 바와 같이 셀의 이득들 모두가 여전히 실현될 수 있다.

제 3 전극을 가진 아연 공기 셀

[0066] 본 발명의 일 양태는 산소 가스의 전기화학적 환원을 위한 아연 전극 및 탄소-계 음극을 가진, 아연 공기 셀과 같은 가역성 또는 재충전가능한 배터리와 관련될 수 있다. 이러한 유형의 음극은 화학적으로 감소되는 상기 산소가 통상적으로 주위 공기로부터 획득되기 때문에 공기 음극으로서 또한 알려질 수 있다.

[0067] 종래의 제한된 전기적으로 재충전가능한 금속 공기 셀들에서, 공기 전극들은 두 개의 반대 기능들을 수행하는 것이 예상된다(그러므로, 예비 명칭으로 두 기능을 가진 공기 전극). 제 1 기능은 산소 환원(셀 방전 동안)이고; 제 2 기능은 산소 가스 방출(셀 충전 동안)이다.

[0068] 두 기능을 가진 공기 전극들은 다양한 목적들 - 환원 및 산화 - 을 서비스하기 때문에, 이를 공기 전극들에 대한 두 개의 주요 도전들이 있다. 첫 번째로, 적용된 전기 전위에서의 이들 광범위한 시프트를 하에서 수용성 전해질들에서 쉽게 부식시키지 않을 소수의 도전 재료들만이 존재한다. 이것은 공기 전극 전류 콜렉터를 선택하는 것을 보다 도전적이게 만든다. 두 번째로, 셀 충전 동안 산소 가스 버블들을 생성하는 것은 다공성 탄소 구조에서 압력 및 기계적 응력들을 도입할 수 있고, 이는 공기 전극을 약화시킨다.

[0069] 하나의 가능한 방식은 동일한 다공성 공기 전극이 산소 환원 및 산소 생성 반응들 모두를 수행하는 것을 요구하지 않는 것이다. 대신에, 몇몇 실시예들에서, 제 3 또는 보조 전극이 표준 공기 전극 대신에, 제공될 수 있다. 상기 보조 전극은 셀 충전 및 연관된 산소 생성을 독점적으로 수행할 수 있다. 따라서, 제 2, 보조의, 공기 전극이 셀 충전을 위해 배타적으로 설계되고 이용되는 동안 하나의 공기 전극이 셀 방전을 위해 배타적으로 제공될 수 있다. 이러한 보조 전극은 보통 이용되는 공기 전극 및 금속 전극 사이에 위치되거나 상기 금속 전극의 양 측들 모두에 위치될 수 있다. 보조 전극은 통상적으로 단지 셀 재충전 및 산소를 발생시키는 동안 이용되기 때문에, 종래의 공기 전극이 방전(산소 환원)을 위해 최적화된다면, 그것은 그 후 재충전(산소 생성)을 위해 최적화될 수 있다.

[0070] 도 12는 이러한 새로운 전극 구성의 일 예를 도시한다. 도 12는 전기적으로 재충전가능한 아연 공기 셀을 위한 3개의 전극 설계의 도식을 제공한다. 여기에서, 종래의 다공성 공기 전극(CC) 및 고체 아연 전극(AA)은 액체 전해질에 의해 분리된다. 단지 셀 충전 동안 이용되고 전극(AA)으로부터 전기적으로 분리된, 제 3의, 보조 전극(BB)은 전극(CC) 및 전극(AA) 사이에 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 보조 전극(BB)은 절연체에 의해 또는 캡에 의해 전극(AA)으로부터 전기적으로 분리될 수 있다.

[0071] 전극(AA)은 표준 다공성 탄소 공기 전극이거나 임의의 다른 유형의 공기 전극일 수 있다. 전극(CC)은 아연 금속 전극, 또는 본 문서의 다른 곳에 설명된 임의의 다른 금속 전극 또는 양극일 수 있다. 금속 스크린, 포일, 메쉬, 또는 품, 또는 가압 또는 소결 금속 가루일 수 있는, 제 3 전극(BB)은 단지 셀 충전 동안 이용된다.

[0072] 셀 방전 동안, 전극들(AA, CC)이 접속되고 전기 전류들이 생성된다.

[0073] 셀 충전 동안, 전극들(BB, CC)은 전기 스위치를 통해 자동으로 접속될 수 있고 외부 회로로부터의 전기 전류들은 이를 전극들에 걸쳐 인가될 수 있다.

[0074] 보조 전극 배열을 이용함으로써, 상이한(가능하게는 보다 저렴하고 보다 효율적인) 충전 전극이 획득될 수 있다. 셀 방전 동안, 외부 회로를 통해 접속된 전극들(CC, AA)은 전기 전력을 제공할 수 있다. 전류 흐름은 종래의 셀들에서와 동일한 방향에 있을 수 있다. 주위 공기로부터의 산소는 상기 아연 전극에서 생성된 전자들에 의해 전기화학적으로 환원될 수 있다.

[0075] 셀 충전 이전에, 이러한 제 3 전극(BB)은 상기 셀 회로로 자동으로 전기적으로 스위칭될 수 있고 전극(AA)은 아연 전극과 같은, 금속 전극(CC)으로부터 접속해제된다. 이제, 충전 동안, 전극들(BB, AA)은 전기적으로 접속되고 이용된다. 전류 콜렉터들은 증가된 표면 면적들을 갖도록 구성될 수 있다. 이들 전류 콜렉터들은 메쉬, 다공성 판들, 배선들, 스크린들, 품, 가압 또는 소결 가루, 스트립들, 또는 다른 적절한 개방 또는 높은 표면 면적

구조들의 형태에 있을 수 있다. 이것은 산소 생성 반응을 위한 전해질과의 보다 양호한 접촉을 허용할 수 있다. 이러한 전극의 상기 다공성 특징은 전해질이 통하도록 허용하고, 또한 생성된 산소 가스가 쉽게 빠져나오도록 허용한다. O₂ 가스가 이러한 다공성 보조 전극에서 생성되기 때문에, 손상될 카본 블랙은 없을 것이다.

[0076] 이러한 보조, 제 3 전극은 또한 O₂ 방출을 향상시키기 위해 특정 촉매들(낮은 산소 과전압들을 가진 촉매들)을 포함하도록 설계될 수 있다. 또한, 이러한 제 3 전극은 그 후 단지 이러한 전극이 셀 충전 동안 이용되는 것을 허용하는 스위칭 다이오드들을 이용함으로써 셀 방전 동안 역 전류들로부터 보호될 수 있다.

[0077] 상기 셀이 완전히 충전된 후, 상기 제 3(충전) 전극은 셀 회로로부터 접속해제될 수 있고 표준 금속 전극 및 종래의 공기 전극은 재접속될 수 있다.

[0078] 방전 동안 전극들(AA, CC)이 접속될 수 있다.

[0079] 충전 동안, 전극들(BB, CC)이 접속될 수 있다.

[0080] 이 기술분야에 알려진 임의의 스위칭 또는 접속/접속해제 메커니즘은 충전 및 방전 동안 원하는 접속들을 제공하기 위해 이용될 수 있다. 이러한 접속들은 제어기에 의해 제공된 지시들에 응답하여 이루어질 수 있다.

[0081] 상기 재충전 공기 전극은:

[0082] 1. 보다 낮은 전류 밀도들에서 금속 재충전을 허용하기 위해 상기 방전 공기 전극보다 더 커지게 할 수 있다.

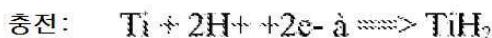
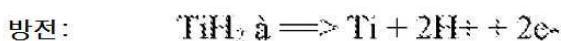
[0083] 2. 보다 적은 볼륨을 차지하고 상기 공기 전극을 차단하지 않도록 상기 방전 공기 전극보다 작아지게 할 수 있다.

배터리 양극으로서 금속 수소화물들

[0085] 본 발명의 몇몇 실시예들에서, 티타늄 수소화물(TiH₂)은 수평으로 구성된 배터리에서 적절한 금속 전극/양극 재료일 수 있다.

[0086] LaNi₅와 같은 다른 AB₅-형 금속 수소 저장 합금들과 달리, Ti 가루 및 그것의 수소화물은 보다 저렴하고 보다 높은 에너지 밀도들을 가질 수 있다. 또한, 산화가 진행중일 때 용해되는 다른 금속 전극들과 달리, TiH₂는 그것의 산화에 따라 용해되지 않는다. TiH₂는 간단히 고체의, 금속성 Ti가 된다.

[0087] 양극으로서, 셀 방전 사이클 동안, TiH₂는 Ti 금속을 형성하기 위해 두 개의 양성자들 및 두 개의 전자들을 릴리즈할 수 있다. 충전 동안, 두 개의 양성자들 및 두 개의 전자들은 Ti로 리턴될 수 있고 TiH₂가 다시 형성될 수 있다. 상기 방전/충전 반응들은 다음과 같을 수 있다:



[0089] 통상적인 금속 수소화물들은 유도된 기계적 응력들로 인해 다수의 방전/충전 사이클링에 따라 열화된다. 이것은 발산 및 보다 작게 사이징된 금속 및 금속 수소화물 가루들이 형성되게 할 수 있다. 이 둘보다 작게 사이징된 가루들은 함께 잘 불지 않아, 보다 낮아진 전기 전도성 및 열악한 셀 성능을 야기한다. 그러나, 금속 전극들이 수평으로 위치된다는, 여기에서 추가로 제공된 바와 같이, 본 발명의 제안된 수평 구성된 셀 설계와 함께, 중력의 동작은 아래의 전류 콜렉터 상에 훨씬 미세하게 분할된 Ti 및 TiH₂ 가루가 다시 고정되도록 도울 수 있다. 상기 금속 전극들이 약간 기울어질지라도, 중력은 그럼에도 불구하고 Ti 및 TiH₂ 가루가 비교적 균일하거나 일정한 방식으로 전류 콜렉터 상에 고정되게 해야 한다. TiH₂ 및 Ti 가루들은 친밀한 접촉을 유지하고 이러한 금속 전극은 양호한 효율성을 갖고 산화 및 환원을 계속해서 겪을 수 있다.

[0090] Ti 가루는 또한 Ti가 보다 전기적으로 전도성 있게 하기 위해 여기에 제안된 다양한 처리 프로세스들 중 임의의 하나를 통한 처리에 의해 변경될 수 있다.

[0091] 티타늄 수소화물은 표준 배터리로서 또는 티타늄-수소화물-공기 배터리로서 동작할 수 있다. 티타늄 수소화물 전극들에 관한 논의의 특징들 또는 일부들은 또한 아연-공기 배터리들 또는 다른 금속-공기 배터리들에 적용할 수 있고 그 역 또한 마찬가지이다.

[0092] 수평 셀 구성/방향

[0093] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 아연-공기 배터리 시스템과 같은, 금속-공기 배터리 시스템은 수평 셀 구성 을 가질 수 있다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 수평 방향으로 배열된 재충전가능한 아연-공기 셀들을 도 시한다. 상기 배터리 시스템은 플라스틱 프레임(100a, 100b), 공기 전극(102a, 102b), 금속 전극(104a), 전해질 (106a, 106b), 및 기류 터널(108a, 108b)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기 전극(102a, 102b)은 소 수성 막(110) 탄소 및 촉매(112), 팽창된 티타늄(114), 및 전도성 탄소(116)를 포함할 수 있다. 상기 공기 전극 은 셀 방전 동안 음극으로서 기능할 수 있다. 상기 금속 전극은 셀 방전 동안 양극으로서 기능한다. 즉, 상기 공기 전극은 셀 방전 동안 음극으로서 기능하고 금속 전극은 셀 방전 동안 양극으로서 기능한다. 셀 충전 동안, 다공성 탄소 공기 전극은 이제 양극으로서 기능하지만 상기 금속 전극은 이제 음극으로서 기능한다. 몇몇 실시 예들에서, 금속-공기 배터리 셀 시스템은 금속 전극, 공기 전극, 및 수용성 전해질 용액을 포함할 수 있다. 몇 몇 실시예들에서, 상기 전해질은 약 3 내지 10의 범위 내에 속하는 pH를 가질 수 있다.

[0094] 몇몇 예들에서, 플라스틱 프레임은 노릴(Noryl), 폴리프로필렌(PP), 폴리페닐렌옥시드(PPO), 폴리스티렌(PS), 내충격성 폴리스티렌(HIPS), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리에티렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에스 테르(PES), 폴리아미드들(PA), 염화 비닐(PVC), 폴리우레탄들(PU), 폴리카보네이트(PC), 폴리염화비닐리텐 (PVDC), 폴리에티렌(PE), 폴리카보네이트/아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(PC/ABS), 또는 임의의 다른 고분자 또는 그것의 조합으로 형성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프레임을 형성하기 위해 이용된 플라스틱은 높은 온도, 즉 상기 전해질의 끓는 점만큼 높은 온도를 견디기 위한 그것의 능력을 위해 선택될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프레임을 형성하기 위해 이용된 플라스틱은 사출 성형될 수 있다. 이에 제한되지 않지만, 노릴과 같은 사출 성형된 플라스틱으로부터 만들어진 플라스틱 프레임은 고체 아연 전극(상기 셀의 하부 상에 도시된) 및 공기 전극 둘 모두를 유지하도록 설계될 수 있다. 상기 셀의 하부 상에서의 아연 전극은 확장된 금속 티타늄 전류 콜렉터 스크린(고정된 거리 만큼 다공성 탄소 공기의 밑면 내에 내장된)으로부터 분리될 수 있다. 상기 아연 전극(금속 전극/양극)과 티타늄 스크린 전류 콜렉터(공기 전극/음극) 사이의 이러한 분리 간격을 채우는 것은 전기적으로 전도성의, 수용성 염화물 전해질 용액이다.

[0095] 프레임(100a)은 셀을 둘러쌀 수 있다. 공기 전극(102a)은 셀의 최상층으로서 제공될 수 있다. 금속 전극(104a) 은 셀의 중간 부분으로서 제공될 수 있다. 기류 터널(108b)은 제 1 셀의 금속 전극(104a) 및 제 2 셀의 공기 전극(102b) 사이에 제공될 수 있다. 전해질(106a)은 상기 셀 내에 제공될 수 있다. 상기 전해질(106a)은 상기 프레임(100a)에 의해 포함될 수 있고 상기 금속 전극 층(104a)에 의해 지원될 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 상기 공기 전극 및 금속 전극의 위치들은 금속 전극이 최상층으로서 제공될 수 있고, 공기 전극이 중간 부분으로서 제공될 수 있도록 스위칭될 수 있다.

[0096] 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 전극은 공기 투과성 소수성 촉매 막을 가진 탄소 산소 음극 또는 고분자 계 산소 전극, 내부식성 금속 전류 콜렉터일 수 있고, 여기에서 양극 전위들 하에서 전기 충전 동안, 산소 방출이 유리해질 수 있다. 공기 전극들은 이 기술분야에 알려진 임의의 재료들을 또한 포함할 수 있다.

[0097] 몇몇 실시예들에서, 저온 가스 플라즈마 처리는 다양한 플라스틱들로의 금속들의 접착을 현저하게 향상시키기 위해 이용될 수 있다. 가스 플라즈마는 다양한 고분자 표면들로의 증기 증착된 금속들의 접착을 개선하기 위해 도시되었다. 구조적 접착제들을 이용하기 전에, 다양한 가스 플라즈마로 고분자 표면들을 처리함으로써, 보다 강하고, 보다 내구성 있는 결합이 형성될 수 있다. 바람직한 가스 플라즈마의 예들은 O₂, CF₄/O₂의 혼합물들, 또는 N₂를 포함할 수 있다. 이러한 처리는 금속 전극으로의 플라스틱 프레임의 접착을 향상시키는 것으로 예상된다. 단일 셀 또는 다중-셀 설계들 중 하나에서, 플라스틱 표면이 구조적 접착제들을 갖는 금속 표면에 끈끈하게 결합되는 셀 스택들 내에서의 다수의 위치들이 존재할 수 있다. 이러한 보다 오래 지속되는 썰은 수명이 보다 긴 셀 내에서 이동될 수 있다.

[0098] 수평 전극 방향을 가지는 것에 대한 다수의 뚜렷한 이점들이 있다. 첫 번째로, 수평 구성은 셀들이 사출 성형된 플라스틱 컨테이너들 또는 프레임들로부터 빠르게 그리고 저렴하게 어셈블링되도록 허용할 수 있다. 또 다른 이점은 어떤 다공성 배터리 분리기도 요구되지 않는다는 것이다. 대부분의 배터리들에서, 막들을 분리하는 것은 종종 값비싸며 이러한 막을 평처링(pucturing)하는 것은 또한 이들 배터리들의 주요 실패 모드이다. 다공성 배터리 분리기에 대한 요구를 제거함으로써, 셀들은 보다 저렴하게 그리고 신뢰성 있게 제조되고 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 특정 셀 내의 전해질은 동일한 셀의 금속 전극을 직접 접촉할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질은 상기 셀의 공기 전극을 직접 접촉하거나 접촉하지 않을 수 있다. 어떤 분리 층도 상기 전해질 및 금속 전극 사이에 제공될 필요는 없다. 몇몇 실시예들에서, 어떤 분리 또는 분리 층도 상기 전해질 및 사기 금

속 전극 및/또는 공기 전극 사이에 제공되지 않을 수 있다. 예를 들면, 금속 전극, 공기 전극, 및 상기 금속 전극과 공기 전극 사이의 수용성 전해질을 가진 재충전가능한 금속 공기 배터리 셀이 제공될 수 있고, 여기에서 상기 공기 전극은 상기 전해질을 직접 접촉할 수 있고 어떤 분리기도 상기 공기 전극과 상기 전해질 사이에 제공되지 않는다.

[0099] 분리 막을 제거하는 것은 그것이 유틸리티 이용을 위해 적합해지도록 감당할 수 있는 레벨들로 배터리 비용들을 낮추고 배터리 사이클 수명을 연장하는 것에 대한 키이다. 금속 전극이 하부 부분 상에 있도록 셀들을 배향시킴으로써, 중력은 도금된 금속 전극이 상기 공기 전극을 접촉하는 것을(몇 단락시키는 것을) 막도록 돋는다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극은 아연 금속 양극일 수 있고 중력은 도금된 아연이 상기 공기 전극을 접촉하는 것을 막을 수 있다. 이것은 실패하는 막이 없으며 상기 셀이 적절한 동작을 보장하기 위해 중력에 의존하기 때문에 매우 신뢰성 있는 배터리를 생성한다. 재충전가능한 금속 공기 배터리 시스템은 재료들의 물리적 열화 또는 배터리 셀 시스템의 성능의 실질적인 열화 없이 다수의 방전/재충전 사이클들이 가능할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 시스템은 실질적인 열화 없이 약 100 이상, 200 이상, 300 이상, 350 이상, 400 이상, 450 이상, 500 이상, 700 이상, 1000 이상, 1500 이상, 2000 이상, 3000 이상, 5000 이상, 10000 이상, 또는 20000 이상의 방전/재충전 사이클들이 가능할 수 있다.

[0100] 셀 동작 동안, 반응 방전물들은 주로 염화 아연일 수 있다. 염화 아연의 용해가능성은 그것이 침전되는 그것의 용해가능성 한계들(및 그것이 염화물-계 전해질들에서 형성되기 때문에 염화물 이온들의 존재는 공통 이온 효과를 통해, 염화 아연 용해가능성 한계들이 빨리 초과되게 할 것이다)을 초과한다. 중력의 도움과 함께 수평 구성은 이하의 수평으로 위치된 아연 금속 전극 상으로 고정된 염화 아연 입자들을 침전시키는 것을 도와야 한다. 염화 아연 입자들은 상기 아연 전극 상에서/가까이에 증착하기 때문에, 아연 이온들은 상당히 적은 이송을 겪을 것이다. 이것은 셀 충전 동안, 아연이 상기 금속 전극 상에서 다시 증착될 때, 상기 셀에서의 다른 위치들에서 손실된 아연이 보다 적을 수 있다는 것을 의미한다. 이것은 상당히 개선된 아연 사이클링 효율성을 및 개선된 셀 용량을 초래한다. 재충전가능한 셀들에서 막 분리기를 제거하는 것은 또한 셀들 내에서 내부 저항 손실들이 최소화되거나 감소될 수 있음을 의미한다. 이것은 보다 높은 동작 전위들 및 보다 적은 발생 폐열을 초래한다.

[0101] 수평 기하학적 구조는 또한 상기 아연 전극(양극) 및 상기 공기 전극의 전류 콜렉터 사이에서 재생가능한 고정 거리를 수립하는 것을 허용할 수 있다. 이것은 전해질 저항을 보다 재생가능하게 제어하도록 돋는다. 몇몇 실시예들에서, 배터리 셀은 서로로부터 고정된 거리에서 금속 전극 및 공기 전극을 지원하는 프레임을 가질 수 있다. 고정된 거리는 액체 전해질이 포함될 수 있는 공간을 규정할 수 있다. 두 번째로, 각각의 개개의 공기 흡입 전극이 위쪽을 향하는 수평 기하학적 구조들에서, 다수의 아연 공기 셀 어셈블리들이 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 이것은 에너지 밀도들을 증가시킬 뿐만 아니라(셀들이 이제 함께 단단히 패킹될 수 있기 때문에) 공기가 각각의 개개의 공기 전극의 최상부 상에서 공기/산소를 순환시키기 위해 개개의 셀들 사이의 배터리 케이싱들을 통해 펌핑될 수 있는 수평 가스 흐름 매니폴드들을 가진 배터리 시스템을 설계하는 것을 또한 허용할 수 있다.

[0102] 도 2는 서로의 최상부상에 적층될 수 있는 개개의 셀들의 일 예를 도시한다. 셀은 플라스틱 프레임(200a, 200b), 공기 전극(202a, 202b), 금속 전극(204a, 204b), 및 전해질(206a, 206b)을 포함할 수 있다. 상기 전해질은 상기 플라스틱 프레임에 의해 포함될 수 있고 상기 금속 전극에 의해 지원될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 전극은 상기 전해질 위에 제공될 수 있다. 상기 전해질은 상기 금속 전극과 공기 전극 사이에 끼워 넣어질 수 있다. 하나 이상의 기류 터널들(208a, 208b)이 상기 셀들 사이에 제공될 수 있다. 기류 터널(208b)은 금속 전극(204a) 및 공기 전극(202b) 사이에 제공될 수 있다.

[0103] 따라서, 두 개의 개개의 셀들은 수평 공기 통로 또는 터널(일정한 비율로 그려지지 않음)에 의해 서로로부터 분리될 수 있다. 이러한 수평 셀 구성은 공기/산소가 개개의 공기 전극들에 대한 셀들 사이에서 펌핑되고 순환되도록 허용할 수 있다. 공기/산소를 공기 전극들로 흐르게 하는 것은 셀들이 심지어 보다 높은 전류 밀도들에서 그것들의 산소 공급을 유지하고 부가적으로 셀 냉각을 제공하도록 허용할 수 있다. 공기 순환은 계속해서 동작할 필요는 없으며 기류 속도는 피드백 메커니즘들을 통해 조절될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 기류 터널들의 각각에 대해 동일한 방향으로 흐를 수 있다. 대안적으로, 상이한 기류 터널들 내에서의 공기는 가변 방향들로 흐를 수 있다.

[0104] 하나의 예에서, 팬(축류식 팬들, 원심 팬들, 직교류 팬들을 포함할 수 있는), 펌프, 또는 기류를 생성하기 위한 임의의 다른 메커니즘이 이용될 수 있다. 하나 이상의 액추에이터들(actuators)은 상기 기류 메커니즘의 일부일 수 있거나 상기 기류 메커니즘과 통신할 수 있다. 액추에이터들의 예들은 이에 제한되지 않지만, 모터들, 슬레

노이드들, 선형 액추에이터들, 공기압 액추에이터들, 유압 액추에이터들, 전기 액추에이터들, 압전 액추에이터들, 또는 자석들을 포함할 수 있다. 액추에이터들은 상기 공기가 제어기로부터 수신된 신호에 기초하여 흐르게 할 수 있다. 상기 액추에이터들은 전원에 접속되거나 접속되지 않을 수 있다. 하나 이상의 센서들은 셀 배열로 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 센서들은 온도 센서들, 전압 센서들, 전류 센서들, 또는 pH 센서들일 수 있다. 이들 센서들은 상기 제어기와 연결될 수 있다. 상기 센서들로부터 수신된 신호들에 기초하여, 상기 제어기는 상기 기류 메커니즘들에 신호들을 제공할 수 있고, 이것은 셀들 사이에서 공기의 흐름을 변화시키고 및/또는 유지할 수 있다.

- [0105] 이전에 언급된 바와 같이, 금속-공기 셀들에서 수평 기하학적 구조의 다수의 이첨들이 존재한다.
- [0106]
 - A. 수평 기하학적 구조는 고정된/제어된 전해질 저항을 허용할 수 있고, 이것은 보다 적은 셀 관리를 요구할 수 있다.
 - B. 수평 기하학적 구조는 또한 다수의 셀들을 물리적으로 어셈블리하고 적층하는 용이함을 제공할 수 있다.
- [0108] C. 중력이 상이한 밀도들의 개별 재료들을 분리시키기 때문에 배터리 분리기에 대한 요구가 존재하지 않을 수 있다.
- [0109] D. 침전된 방전물은 이전에 언급된 바와 같이, 금속 전극 상에 평평한 또는 실질적으로 평평한 층으로서 고정하기 위해 중력에 의해 도움을 받을 수 있다.
- [0110] E. 수평 설계는 셀들을 냉각시키는 것을 도울 수 있고 또한 보다 큰 산소 전달을 허용할 수 있고, 이것은 보다 큰 전류들을 허용할 수 있다.
- [0111] F. 중력을 또한 나중에 설명된 바와 같이 전해질을 흐르도록 도울 수 있다.
- [0112] G. 압축은 셀들을 제자리에 유지할 수 있다.
- [0113] 수평 배터리 설계는 아연-공기 배터리와 같은 금속-공기 배터리에 제한될 필요가 없다. 수평 셀 설계는 또한 고체 또는 약간 용해가능한 방전물이 형성되는 다른 배터리 시스템들에서 이용될 수 있다. 이것은 이에 제한되지 않지만, 납축("플로딩된" 및 VRLA) 배터리들, NiCad 배터리들, 니켈 금속 수소화물 배터리들, 리튬 이온 배터리들, 리튬-이온 고분자 배터리들, 또는 용융염 배터리들을 포함할 수 있다.
- [0114] 셀 상호접속을 위한 중심 전극 설계
- [0115] 본 발명의 일 양태에 따르면, 시스템들 및 방법들이 다수의 셀들 사이에서 저렴하고, 확장가능한 접속들을 위해 제공될 수 있다.
- [0116] 하나 이상의 셀들(또는 각각의 셀)을 위한 수평 기하학적 구성을 유지하면서 직렬 전기 접속로 다수의 개개의 금속 공기 셀들을 상호 접속하는 것은 "중심 전극"으로서 불리울 수 있는 것을 통해 쉽게 달성될 수 있다. "중심 전극"은 하나의 셀의 하나의 공기 전극을 취하고 전기적으로 접속될 수 있거나 자체가 그것 위의 셀에서 금속 전극일 수 있는 별개의 금속 조각을 갖고 양쪽 축면들을 따라 그것을 크림프(crimping)함으로써 생성될 수 있다. 상기 금속 전극(이제 최상부 상에 위치된)과 공기 전극(이제 아래에 위치된) 사이의 공간은 공기가 이를 공기 전극들의 최상부 상에서 흐르게 되도록 허용하는 얇은 공기 채널(208a, 208b)에 의해 분리될 수 있다. 이것은 도 2에 도시된다. 결과적인 중심 전극 서브-어셈블리는 도 1에 도시된 바와 같이 공기 경로(108a, 108b)(앞에서 뒤로)를 통해 보여질 때 모자 단면과 비슷하다. 상기 금속 전극 및 상기 공기 전극은 실질적으로 수직 정렬되고 수평 배향될 수 있다.
- [0117] 도 1은 제 1 셀의 금속 전극(104a)이 어떻게 제 2 셀의 공기 전극(102b) 주변에서 크림핑(crimping)되고, 그에 의해 상기 제 1 및 제 2 셀들을 직렬로 접속하는지를 도시한다. 제 1 셀의 금속 전극 및 제 2 셀의 공기 전극은 임의의 다른 방식으로 전기적으로 접속될 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전극 또는 상기 공기 전극 중 하나는 서로에 대해 크림핑되고, 서로에 대해 납땜되고, 서로에 대해 용접되고, 서로에 대해 가압되고, 전도성 접착제로 부착되고, 서로에 대해 솔더링되거나 그 외 고정될 수 있다.
- [0118] 몇몇 실시예들에서, 공기 전극 및 금속 전극은 고정된 거리만큼 분리될 수 있고, 여기에서 상기 공기 전극은 상기 금속 전극 위에 위치될 수 있다. 상기 고정된 거리는 상기 공기 전극 및 금속 전극의 면적에 걸쳐 균일할 수 있다. 대안적으로, 상기 고정된 거리는 공기 전극 및 금속 전극의 면적에 걸쳐 변할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 고정된 거리는 약 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 1 cm, 1.5 cm, 2 cm, 3 cm 이상을 포함할 수 있는 범위에 속할 수 있다. 상기 공기 전극과 상기 금속 전극 사이의 고정된 거리는 전해

질이 포함되거나 제공될 수 있는 공간을 규정할 수 있다. 상기 공기 전극 및 금속 전극은 동일한 금속-공기 셀의 일부일 수 있다.

[0119] 임의의 수의 셀들은 어떠한 동작 총 전압이 요구되든지 간에 이를 달성하기 위해 어셈블리되고, 적층되고 접촉될 수 있다. 각각의 플라스틱 프레임은 개개의 중심 전극들의 형상 및 밀봉 요건들에 맞추도록 설계된 공통 부분일 수 있다. 각각의 중심 전극은 상기 플라스틱으로 사출 성형된 고유의 상부 및 하부 특징들을 가질 수 있다. 상기 플라스틱으로 사출 성형된 특징들은 셀에서 셀로 동일할 수 있거나, 변할 수 있다. 상기 사출 성형된 특징들은 상기 셀들을 적층하는 것을, 및 상기 셀들 내에서 상기 중심 전극들을 지원하는 것을 도울 수 있다. 자동화된 프로세스는 두 개의 대응하는 플라스틱 셀 프레임들 사이에서 다수의 중심 전극들을 근본적으로 끼워 넣음으로써 모듈러 방식으로 상기 셀들을 어셈블리한다. 이러한 프로세스는 계속해서 반복될 수 있다.

[0120] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 셀의 동일 크기의 단면도를 도시한다. 상기 셀은 프레임(300), 금속 전극(302), 및 공기 전극(304)을 가질 수 있다. 상기 셀은 원하는 형상 또는 치수를 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 셀은 직사각형 형상, 정사각형 형상, 원형 형상, 삼각형 형상, 사다리꼴 형상, 5각형 형성, 6각형 형상, 또는 8각형 형상을 가질 수 있다. 상기 프레임은 상기 셀 주변에서 맞도록 부응하여 성형될 수 있다.

[0121] 몇몇 실시예들에서, 프레임(300)은 수직 부분(312)을 가질 수 있다. 상기 프레임은 또한 상기 셀 내에서 돌출될 수 있는 수평 셀프(306)를 가질 수 있다. 상기 셀프는 상기 수직 부분을 따라 어디든 상기 수직 부분으로부터 돌출될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 셀프는 상기 수직 부분의 최저부에서 또는 그 가까이에서, 상기 수직 부분의 최상부에서 또는 그 가까이에서, 또는 상기 수직 부분의 중심에서 또는 그 가까이에서 돌출될 수 있다. 상기 수직 부분 및/또는 수평 셀프는 상기 셀의 전체 둘레를 따라 제공될 수 있거나 상기 셀의 1, 2, 3, 4 이상의 측면들을 따라 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 셀의 하나 이상의 부분들은 상기 프레임의 부분(예로서, 상기 프레임의 수직 및/또는 셀프 부분)을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 셀프 단면은 직사각형, 사다리꼴, 정사각형, 임의의 다른 4변형, 삼각형으로서 제공될 수 있거나, 임의의 다른 형상을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 셀프의 최상부 표면은 기울어질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 셀프의 최상부 표면은 상기 셀의 중심을 향해 아래로 기울어질 수 있거나, 상기 셀의 둘레까지 아래로 기울어질 수 있다. 대안적으로, 상기 최상부 표면은 수평 방향을 갖고 평행할 수 있다.

[0122] 몇몇 실시예들에서, 금속 전극(302)은 상기 셀프(306) 아래에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 금속 전극은 수평 방향을 가질 수 있다. 상기 금속 전극은 상기 셀프의 밑면을 접촉할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극은 상기 프레임의 하나 이상의 수직 측면들(312)을 접촉하도록 성형될 수 있다. 대안적으로, 상기 금속 전극은 상기 수직 측면을 접촉하지 않고 상기 수직 측면에 아주 근접하도록 성형될 수 있다. 상기 금속 전극은 상기 부분에서 상기 수직 측면에 평행하거나 실질적으로 평행할 수 있다.

[0123] 몇몇 실시예들에서, 상기 프레임은 상기 셀의 하부 부분 상에 제공된 최저부 특징부(314)를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최저부 특징부는 상기 프레임의 최저부에 또는 그 가까이에서 제공될 수 있는 압입 자국(indentation), 홈(groove), 채널, 슬롯, 또는 홀일 수 있다. 상기 금속 전극은 상기 최저부 특징부 내에 맞도록 성형될 수 있다. 상기 최저부 특징부 내에 맞는 상기 금속 전극의 부분은 상기 셀을 스패닝하는 상기 금속 전극의 표면에 평행하거나 실질적으로 평행할 수 있다. 상기 최저부 특징부 내에 맞는 상기 금속 전극의 일부는 상기 수직 측면에 아주 가깝거나 그것에 접촉하는 상기 금속 전극의 일부에 수직이거나 실질적으로 수직일 수 있다.

[0124] 몇몇 실시예들에서, 공기 전극(304)은 셀을 스패닝할 수 있다. 상기 공기 전극은 실질적으로 평면 구성을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 전극은 셀의 최저부 특징부(314)를 접촉할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 전극은 상기 셀의 최저부 특징부 내에 맞춰질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극(302)의 부분은 상기 셀의 최저부 특징부 내에서 상기 공기 전극을 전기적으로 접촉할 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전극의 부분은 상기 셀의 최저부 특징부 내에서의 상기 공기 전극 주위에서 크립트될 수 있다. 바람직한 실시예들에서, 캡은 상기 셀을 스패닝하는 공기 전극의 부분, 및 상기 셀을 스패닝하는 상기 금속 전극의 부분 사시에서 제공될 수 있다. 공기는 상기 캡 내에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 이러한 캡 내에서 흐를 수 있다.

[0125] 몇몇 실시예들에서, 최상부 특징은 상기 셀의 상부 부분 상에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최상부 특징은 상기 프레임의 최상부에 또는 그 가까이에 제공될 수 있는 압입 자국, 홈, 채널, 슬롯, 또는 홀일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최상부 특징은 최저부 특징부의 미러 이미지일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 최상부 특징은 상기 셀 위의 공기 전극 및/또는 금속 전극을 수용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 금속 전극과 공기

전극 사이의 전기적 접촉은 제 1 셀의 최저부 특징부 및 제 2 셀의 최상부 특징 사이에서 샌드위치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 최상부 특징은 제공될 필요가 없다. 또한, 플라스틱 셀은 중심 전극 또는 다른 전기적 접속들 주변에서 사출 성형될 수 있다.

[0126] 프레임 특징들, 금속 전극들, 및 공기 전극들에 대한 다른 구성들이 제공될 수 있다. 예를 들면, 금속 전극은 셀프의 최상부 상에 제공될 수 있다. 공기 전극은 셀의 최상부 상에 제공될 수 있다. 금속 전극들 및 공기 전극들의 부분들이 교환될 수 있다.

[0127] 몇몇 실시예들에서, 프레임은 립(1ip)(308)과 같은 부가적인 사출 성형된 특징들을 포함할 수 있다. 상기 프레임은 또한 비스듬한 부분(310)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 립은 전해질을 캡처할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질의 몇몇은 셀에서 상기 비스듬한 부분(310)에 의해 페넬링(funnel)될 수 있다. 상기 전해질은 상기 셀의 수직 부분(312)에 의해 포함될 수 있고 상기 셀을 스패닝하는 상기 금속 전극(302)의 부분에 의해 지원될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 립은 상기 전해질의 부분이 상기 프레임의 립 부분을 통해 흐르고 상기 프레임의 립 부분 아래에서 빠져나가도록 허용할 수 있다. 이것은 상기 셀로부터 전해질의 오버플로우를 방지하거나 감소시킬 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질은 상기 셀 내로부터 제공될 수 있거나, 상기 셀 위의 소스로부터 제공될 수 있거나, 날이 있거나 확장 챔버에 캡처, 유지 또는 공급될 수 있어 상기 셀을 위로 또는 대각으로 밀어올려 상기 셀에 여유가 존재할 때 중력이 상기 전해질을 아래로 밀 것이다.

[0128] 수평 구성의 부가적인 이점은 전해질 관리가 상당히 더 용이하게 되도록 셀들이 설계될 수 있다는 것이다. 중력-기반 전해질 관리 시스템은 본 발명의 일 실시예에 따라 제공될 수 있다. 아연-공기 배터리들이 방전할 때, 상기 아연-전해질 시스템의 순 부피는 증가할 수 있다. 몇몇 수용이 이루어지지 않는다면, 전해질이 팽창할수록, 압력은 커질 수 있고 액체 전해질은 상기 공기 전극의 밑면을 관통할 수 있다. 이것은 상기 공기 전극의 플러딩을 야기하고 팽창된 전해질로부터의 압력 차이는 취약한 공기 전극에 대한 손상을 야기할 수 있다. 작은, 폐쇄된 배터리들에서, 여분의 공간은 전해질 액체 팽창을 위해 허용되어야 한다. 그러나, 이러한 여분의 볼륨은 전체 에너지 밀도를 낮출 수 있고 많은 셀들이 직렬로 있고 모든 셀들이 정확한 전해질 레벨을 유지해야 하는 시스템에서 문제점들을 생성할 수 있다. 그것은 또한 새로운 전해질이 테스팅될 상기 시스템 또는 상기 전해질에 공급되도록 허용하지 않는다.

[0129] 본 발명의 일 양태에 따르면, 이러한 이슈는 모든 4개의 셀들이 공통 코너를 공유하는 4개의 수평 정렬된 인접 셀들에 의해 처리될 수 있다. 이러한 4개의 셀 어셈블리는 "쿼드(quad)"로서 불리울 수 있다. 모든 4개의 셀들이 만나는 포인트에서, 상기 셀들은 충진 또는 오버플로우 또는 재순환 포트를 공유할 수 있다. 각각의 셀은 작은 포트에 대한 액세스를 갖도록 설계될 수 있다. 각각의 포트는 각각의 공기 전극의 최저부 표면 위에서 약간 기울어질 수 있는 작은 오버플로우 립(L)을 가질 수 있다.

[0130] 도 5는 4개의 셀 쿼드의 일 예를 도시하고, 도 4a는 중력-기반 전해질 관리 시스템 내에서의 단면에서 셀들의 스택을 도시한다. 상기 중력-기반 전해질 관리 시스템은 탱크 또는 컨테이너(B)로부터 가스 경감 채널(A)을 포함할 수 있고, 이것은 또 다른 탱크 또는 컨테이너(C)와 액체 소통할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 밸브들 또는 입구 또는 출구 포트들(D, E)은 탱크에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 부기적인 탱크들 또는 컨테이너들(F)이 메인 탱크 또는 컨테이너(C)와 연결될 수 있다. 탱크들 또는 컨테이너들의 임의의 분배가 제공될 수 있다. 이것들은 원치않는 입자들을 캡처할 수 있는 필터들을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 탱크들은 임의의 바람직한 첨가물들을 제공하기 위해 기회를 제공할 수 있다. 전해질이 전해질 관리 시스템 내에서 순환할 수 있기 때문에, 그것은 필요에 따라 보충될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질은 그것이 상기 시스템 내에 순환할 때 모니터링될 수 있고, 상기 전해질에 대한 변경들이 필요에 따라 이루어질 수 있다.

[0131] 공급 유체 통로(G)는 전해질을 배터리 시스템에 공급할 수 있다. 리턴 유체 통로(V)는 전해질을 상기 배터리 시스템에 리턴할 수 있다. 유체 통로는 파이프, 튜브, 채널 또는 유체를 전송할 수 있는 임의의 다른 어셈블리를 포함할 수 있다. 전해질은 상부 전해질 탱크(H)에 공급될 수 있다. 하나 이상의 드레인들 또는 충진 포트(J)가 제공될 수 있다. 전해질이 상기 탱크를 오버플로우할 때(K), 그것은 아래에 놓인 셀로 떨어질 수 있고 오버플로우 립(L)에 의해 잡힐 수 있다.

[0132] 오버플로우 립(L)은 항상 상기 공기 전극(T)의 아래쪽 면의 모든 포인트들과 접촉하는 일정한 액체 전해질을 보장할 수 있다. 전해질(P)은 셀 내에서 제공될 수 있다. 전해질이 팽창될 때 셀 방전 동안, 이러한 립은 과도 전해질이 빠지도록 허용할 수 있다. 이것 모두는 상기 공기 전극 상에 임의의 정수압을 넣지 않고 달성될 수 있다. 즉, 이들 고유의 포트들은 적절한(및 자동으로 제어된) 전해질 레벨들을 유지하면서 액체 확장 및 가스

배기를 허용할 수 있다. 이러한 전해질 레벨 밸런싱은 또한 균일한 전기적 성능을 유지하도록 도울 수 있다. 이들 포트들(각각 인접한 4개의 셀들의 공통 중심에 위치된 - "쿼드")은 셀들의 스택의 최저부에서 작은 배수조 트레이(U) 내에서의 상기 적층된 셀들의 모든 부분들로부터 임의의 오버플로우 전해질을 분배할 수 있는 일련의 수직 배향된 공급기 파이프들을 생성하기 위해 아래의 다른 포트들과 수직으로 정렬될 수 있다. 이들 포트들은 상기 전해질을 매우 작은 방울들(drops)(N)로 분해할 수 있는 각기둥 부분(M)을 포함할 수 있다.

[0133] 상기 셀들은 하나 이상의 접속 포인트들(S)에서 접속될 수 있는 공기 전극(T) 및 금속 전극(R)을 포함할 수 있다. 공기 터널(0)은 공기 전극 및 금속 전극 사이에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 전극 및 상기 금속 전극은 중심 전극을 형성할 수 있다. 프레임(Q)은 셀, 쿼드, 또는 셀들 또는 쿼드들의 그룹들을 위해 제공될 수 있다. 상기 프레임들은 상기 배터리 시스템 내에서 적층될 수 있다.

[0134] 하나 이상의 밸브들 또는 포트들(I)는 상부 전해질 탱크(H) 또는 배수조 트레이(U) 내에서 제공될 수 있다. 상기 포트는 상기 전해질 및/또는 상기 전해질의 일부에 대한 첨가물들이 빠지도록 허용할 수 있다. 포트는 가스들의 통기를 허용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 포트들은 치수들을 재기 위해 액세스를 제공할 수 있다. 포트들은 다른 용도들을 가질 수 있다.

[0135] 셀 충전 동안, 각각의 셀에서의 전해질 볼륨들이 감소할 때, 이를 동일한 충진 포트들은 "쿼드"의 각각의 셀로 액체 전해질을 다시 부가하기 위해 이용될 수 있다. 배수조 펌프는 셀 충전 동안 상부 "쿼드"를 채우기 위해 트리거링될 수 있다. 최상부 수평 쿼드를 오버플로우하는 전해질은 드레인 파이프에 들어가고 그것 아래의 수평 "쿼드"를 간단히 채운다. 전해질로의 쿼드들의 자동 충진은 수직 스택에서의 모든 쿼드들이 전해질로 다시 채워질 때(또는 마무리될 때)까지 빠르게 처리될 수 있다. 이러한 충진/오버플로우 포트들은 또한 또 다른 기능을 제공하도록 설계될 수 있다. 각각의 오버플로우 립(4-L) 아래에 위치된 각기둥 돌출부(M)는 그것들이 쿼드에 속하기 전에 임의의 전해질 액체를 작은 방울들(N)로 분리하도록 도울 수 있다. 이것은 그 외 개개의 셀들 사이의 연속적인 전도성 액체 흐름에 의해 생성될 수 있는 임의의 전기적으로 전도 회로를 차단하는 효과를 가진다. 전도성 전해질의 차단되지 않은 흐름은 직렬로 적층된 다수의 셀들에 의해 생성된 고 전압에 걸쳐 큰 전기적 단락 회로를 야기할 수 있다.

[0136] 종래의 판 및 프레임 형 구성들을 이용하는 수직 배향된 셀들에서, 셀들 간의 액체 접속들은 에너지 손실 및 다른 설계 문제점들의 소스일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따라 제공된 수평 구성에서, 상기 설명된 충진/오버플로우 포트를 갖고 쉽게 어셈블링되고, 사출 성형된, 플라스틱 부분을 통해 이를 이슈들을 최소화하거나 감소시킬 수 있다.

[0137] 이러한 설계의 어셈블리, 모듈성, 및 확장 가능성의 용이함은 또한 종래의 배터리 어셈블리들과 연관된 어려움들과 비교하여 더 쉽게 명백하다(도 5 참조).

[0138] 도 4b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 복수의 적층된 셀들 내에서의 일정한 전해질 레벨을 유지하기 위한 부가적인 시스템을 도시한다. 중력-흐름 배터리 전해질 관리 시스템은 두 개의 개별적인 시스템들을 포함할 수 있다. 제 1 시스템은 전해질 재충전기를 가진 투입국(transfusion station)을 포함할 수 있다. 제 2 시스템은 중력-흐름 아연-공기 배터리와 같은, 중력 흐름 금속-공기 배터리를 포함할 수 있다.

[0139] 전해질 충전기 및 투입 펌프는 본 발명의 일 실시예에 따라 제공될 수 있다. 상기 충전기는 차례로 전력망/유틸리티와 같은 전원에 접속될 수 있는 충전 플러그에 전기적으로 접속될 수 있다. 정류기는 상기 배터리를 충전시키기 위해 전원으로부터 DC로 AC 전기를 변환하기 위해 제공될 수 있다. 전해질 충전기를 가진 상기 투입 시스템은 기존의 연료국, 거주 또는 운하 용도를 위해 이용될 수 있다. 그것은 기존-존재하는 구조들로 통합될 수 있다. 상기 투입 펌프는 수용성 전해질을 운반하기 위해 파이프, 튜브, 채널, 또는 임의의 다른 액체 통로일 수 있는 하나 이상의 전해질 전도 부재들(A, B)을 포함할 수 있다. 제 1 전해질 전도 부재는 전해질 공급(A)일 수 있다. 제 2 전도 부재는 전해질 리턴(B)일 수 있다. 전해질은 상기 전해질 공급에서 상기 전해질 충전기 및 투입 펌프로부터 흐를 수 있고 상기 전해질 리턴에서 상기 전해질 충전기 및 투입 펌프로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 펌프, 밸브, 압력 차이 또는 임의의 다른 메커니즘이 전해질을 흐르게 하기 위해 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전해질 흐름을 중지 및/또는 시작할 수 있는 밸브, 스위칭, 또는 잠금 메커니즘이 제공될 수 있다.

[0140] 중력 보조 전해질 흐름 금속-공기 배터리는 재충전된 전해질 충진 튜브(A), 이용된 전해질 리턴 튜브(B), 제어 밸브(C), 전자 제어기(D), 펌프(E), 전해질 저장 탱크로의 공급 라인(F), 상부 매니폴드들로의 공급 라인(G), 상부 공급 제어 밸브들(H1, H2), 상부 전해질 흐름 제어기(I1, I2), 포트들(J-1, J-2, J-3), 저장 탱크(K), 및

저장 탱크로부터의 전해질 리턴 라인(L)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 중력 보조 흐름 설계에서, 중력은 상기 셀들을 통해 전해질을 누르기 위해 펌프를 요구하지 않고 상기 셀들을 통해 상기 전해질을 누를 수 있다. 중력-흐름 전해질-오버플로우 설계에서, 위킹(wicking) 에이전트가 요구되지 않는다.

[0141] 전해질 충진 튜브(A)는 상기 중력 흐름 금속-공기 배터리에 전해질을 제공할 수 있다. 상기 제어 밸브(C)는 전해질이 상기 금속-공기 배터리에 제공될지의 여부 및 얼마나 많은 전해질/흐름 속도가 상기 배터리에 제공될 필요가 있는지를 결정할 수 있다. 상기 제어 밸브는 상기 제어 밸브에 지시들을 제공할 수 있는 전자 제어기(D)에 의해 지시받을 수 있다. 이들 지시들은 상기 제어 밸브가 얼마나 많은 전해질 흐름을 허용하는지를 결정할 수 있다. 지시들은 상기 제어기로부터 자동으로 제공받을 수 있다. 상기 제어기는 상기 제어기에 지시들을 제공할 수 있는, 외부 프로세서와 통신하거나 통신하지 않을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 제어기는 이용자 인터페이스를 가질 수 있거나 이용자 인터페이스를 가질 수 있는 외부 디바이스와 연결될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이용자는 이용자 인터페이스와 연결될 수 있고, 상기 제어기에 지시들을 제공할 수 있고, 이것은 상기 제어 밸브에 제공된 지시들에 영향을 미칠 수 있다.

[0142] 몇몇 실시예들에서, 상기 금속-공기 배터리는 상기 전해질의 흐름 및 순환을 보조할 수 있는 펌프(E)를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 펌프는 상기 금속 공기 배터리의 저장 탱크(K)에 제공될 수 있다. 상기 저장 탱크(L)로부터의 전해질 리턴 라인은 상기 저장 탱크(K)로부터 상기 제어 밸브(C)로 전해질을 제공할 수 있다. 상기 저장 탱크로부터의 상기 전해질 리턴 라인은 상기 펌프에 접속될 수 있다. 상기 펌프는 상기 전해질 리턴 라인을 통해 상기 제어 밸브로 밀고 들어갈 수 있다. 상기 전자 제어기는 상기 전해질이 리턴할 수 있는지의 여부 및/또는 상기 전해질이 리턴할 수 있는 흐름 속도를 결정할 수 있는 상기 제어 밸브에 지시들을 제공할 수 있다.

[0143] 상기 저장 탱크(F)로의 공급 라인이 제공될 수 있다. 전해질은 상기 제어 밸브(C)로부터 상기 저장 탱크(K)로 흐를 수 있다. 상부 매니폴드들로의 공급 라인(G)이 또한 제공될 수 있다. 전해질은 상기 제어 밸브로부터 상기 상부 매니폴드들로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나의 매니폴드가 제공될 수 있다. 다른 실시예들에서, 복수의 상부 매니폴드들이 제공될 수 있다. 상기 상부 매니폴드들은 서로 유체 소통하거나 소통하지 않을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공급 라인(G)을 통해 제공된 상기 전해질은 하나 이상의 상부 공급 제어 밸브들(H1, H2)에 의해 제어될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어 밸브는 각각의 상부 매니폴드를 위해 제공될 수 있다. 상기 제어 밸브는 각각의 상부 매니폴드로의 전해질 흐름을 조절할 수 있다. 상기 전자 제어기(D)는 상기 상부 공급 제어 밸브들과 통신할 수 있다. 상기 전자 제어기는 상기 상부 공급 제어 밸브들로 지시들을 제공할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전자 제어기에 의해 제공된 지시들은 유선 접속을 통해 제공될 수 있거나, 무선으로 제공될 수 있다.

[0144] 몇몇 실시예들에서, 상부 전해질 흐름 제어기들(I1, I2)은 상기 상부 매니폴드로부터 이하의 셀들로 전해질 흐름을 제어할 수 있다. 상기 흐름 제어기들은 상기 전해질을 방울들로 분리할 수 있다. 상기 흐름 제어기들은 상기 상부 매니폴드로부터 아래에 놓인 셀들로 전달되는 유체의 속도를 제어할 수 있다.

[0145] 몇몇 실시예들에서, 상기 상부 매니폴드 및/또는 상기 저장 탱크(K)는 포트들(J-1, J-2, J-3)을 가질 수 있다. 몇몇 구현들에서, 상기 포트들은 전자 제어기(D)와 연결될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 포트들은 하나 이상의 측정들을 취하기 위해 액세스를 제공할 수 있다. 상기 측정들은 전해질 관리 시스템의 다른 부분들로 지시들을 제공할 수 있는 전자 제어기에 전달될 수 있다. 예를 들면, 상기 측정들에 기초하여, 상기 전자 제어기는 상기 전해질의 흐름 속도가 조정되게 하고, 상기 전해질의 온도가 조정되게 하고, 상기 전해질의 pH가 조정되게 하거나 상기 전해질의 구성이 조정되게 할 수 있다.

[0146] 전기적 접속은 상기 배터리 시스템 내에 제공될 수 있다. 예를 들면, 전기적 접속은 상기 배터리의 (+) 측에 제공될 수 있고, 전기적 접속은 상기 배터리의 (-) 측에 제공될 수 있고, 제 2 충전 플러그에 접속될 수 있다. 충전 플러그(2)는 전력망/유털리티와 같은 벽 소켓으로 플러깅될 수 있다. AC-DC 정류기는 상기 배터리들을 충전시키기 위해 전력망/유털리티로부터 DC로 AC를 변환할 수 있다. 배터리들이 방전될 때 상기 배터리들로부터 AC로 DC를 변환할 수 있는 인버터가 제공되거나 제공되지 않을 수 있다.

[0147] 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 시스템의 전압이 모니터링될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전체 시스템의 전압이 모니터링될 수 있거나, 각각의 모듈의 전압이 개별적으로 모니터링될 수 있다. 전압이 예상 밖으로 떨어질 때, 이것은 하나 이상의 셀들이 가진 문제점을 나타낼 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 시스템은 상기 전압이 떨어질 때 전해질 흐름 속도를 증가시킬 수 있다.

- [0148] 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 및/또는 전해질의 하나 이상의 특성들은 단일 포인트에서 모니터링될 수 있다. 예를 들면, 상기 전해질의 pH, 상기 전해질의 온도, 상기 전해질의 구성은 저장 탱크와 같은, 단일 포인트에서 측정될 수 있다. 본 발명은 상기 시스템이 값비싸고 복잡한 감지 시스템을 요구하지 않고 조정될 필요가 있는지의 여부를 결정할 수 있는 간략화된 모니터링 시스템을 포함할 수 있다.
- [0149] 아연판 품질을 개선하고 용해가능하지 않은 아연 종들을 형성하기 위한 첨가물들
- [0150] 내부 저항(IR) 손실들은 각각의 재충전 사이클 동안 양호한 품질 아연 코팅을 석출함으로써 낮에 유지될 수 있다. 이러한 셀의 장수에 있어서의 주요 요인은 어떤 특정 전극 형상도 유지되지 않아야 한다는 것이다. 사이클링이 실제로 전극을 손상시키는 납-산(lead-acid)과 같은 많은 화학적 성질들과 달리, 상기 배터리는 매 시간마다 아연의 새로운 코팅을 석출할 수 있다. 상기 배터리 시스템은 상기 금속 전극 상에서 아연 증착을 향상시킬 수 있는 첨가물들을 포함할 수 있다. 다양한 분자 중량들의 폴리에티렌 클리콜과 같은 주요 첨가물들, 및/또는 티오요소(thiourea)를 갖고, 새롭고, 평활한 레벨, 고도의 전도성 아연 코팅은 각각의 셀 재충전 사이클 통한 도금될 수 있다. 이러한 아연 층은 그 후 다음 셀 방전 동안 용해된 아연 이온들에 대한 산화를 겪을 수 있다. 어떤 정확한 물리적 형상도 도금 동안 요구되지 않기 때문에 그리고 중력이 증착된 아연을 제자리에 유지하도록 돋기 때문에, 금속 전극 실패(다른 배터리 시스템들에서 매우 공통적인)가 이제 실패 모드로서 최소화되거나 감소될 수 있다. 이것은 매우 긴 사이클 수명 배터리를 달성하도록 돋는다.
- [0151] 또 다른 실시예는 생성된(셀 방전 동안 상기 금속 전극에서의 산화 동안) 아연 이온들이 그것들이 셀 충전 동안(과도한 이송 없이) 쉽게 감소되도록 상기 금속 전극에 가까운 채로 있게 할 다른 첨가물들을 포함할 수 있다. 그러므로 수평으로 배향된 셀들의 최저부로 촉진할 수 있는 용해가능하지 않은 아연 종들을 형성할 수 있는(일단 금속 전극에서 형성된 Zn²⁺ 이온들과 접촉하면) 물 용해가능한 첨가물 전해질을 갖는 것이 유용할 것이다. 용해가능하지 않은 아연 종들은 계속해서 상기 아연 전극 가까이에 있을 수 있고 재충전 동안 감소를 위해 보다 쉽게 이용가능하다. 상기 배터리 시스템은 바람직한 침전을 제어할 수 있는 첨가물을 포함할 수 있다. 이러한 첨가물들은 다음의 물 용해가능한 종들 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 용해가능하지 않은 아연 종들을 형성하는 물 용해가능한 종들의 예들은, 벤조산염들, 탄산염들, 요오드산염들, 및 스테아르산염들을 포함한다.
- [0152] 몇몇 실시예들에서, 여기에 설명된 특성들 중 임의의 것을 가진 첨가물들은 요소, 티오요소, 폴리에티렌 클리콜, 벤조산염들, 탄산염들, 요오드산염들, 스테아르산염들, 물 용해가능한 촉매 계면활성제, 또는 알로에 베라를 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 알로에 베라 추출물을 부가하는 것은 아연 부식을 감소시킬 수 있다.
- [0153] 재충전 동안 산소 형성을 향상시키기 위한 전해질 첨가물로서의 용해가능한 촉매들
- [0154] 상기 공기 전극 자체에 통합된 고체 촉매들 외에, 물 용해가능한 망간염들과 같은 다른 재료들이 재충전 동안 셀 성능을 향상시키기 위해 부가될 수 있다. 산소가 셀 재충전 동안 생성되기 때문에, 산소 버블들이 쉽게 빠져 나오도록 허용하는 것이 또한 유용하다. 이것은 생성된 버블들을 깨기 위해 소포제들(시메치콘(Simethicone) 또는 도웨스(Dowex)와 같은)로서 작용하는 계면활성제들을 부가함으로써 달성될 수 있다. 상기 배터리 시스템은 거품 발생을 방지하고 가스 방출을 허용하는 첨가물을 포함할 수 있다. 첨가물들은: 시메치콘, 도웨스, 알로에 베라, 또는 다른 계면 활성제들 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0155] 상기 공기 전극은 또한 상기 오버플로우 립 가까이에 있는 공통 충진 포트를 통해 쿼드를 떠나기 위해 형성된 산소 버블들을 보조하도록 평행하여 작은 각도를 갖고 장착될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 확장된 티타늄은 대다수의 공기 전극 표면 면적이 상기 전해질에 따르는 것이 보장될 수 있도록 약간 음각의 크라운 또는 스템핑된 주위 가스 경감 체널을 갖고 배치될 수 있다. 임의의 공기 버블들 또는 가스들은 상기 공통 충진 포트들을 통해 쉽게 빠져나올 수 있다. 이들 구성들은 또한 평탄도 공차 이슈들을 처리하고 레밸링 이슈들을 완화시킬 것이다.
- [0156] 형성된 염소를 제거하기 위한 전해질 첨가물로서의 요소
- [0157] 상기 배터리 시스템은 재충전 동안 염소 및/또는 차아염소산염 방출을 방지하는 첨가물을 포함할 수 있다. 요소는 염소 발생을 제어하기 위해 수용성 배터리 전해질에 부가될 수 있다. 요소 및 염소는 염화물들 및 양성 가스 제품들(예로서, N₂, CO₂, 및 H₂)을 형성하도록 반응할 수 있다. 임의의 자유 염소가 셀 충전 동안 상기 전해질에서의 모두에 형성된다면, 부가적인 염화물(이미 전해질 구성요소인)을 형성하기 위해 용해가능한 요소와 쉽게 반응할 수 있다. 요소와의 염소의 반응으로부터 생성된 가스들은 위험하지 않으며 안전하게 통기될 수 있다. 요소가 상기 전해질에 부가되고 보충되지 않는다면, 셀들이 충전될 때마다(염소 가스가 생성된다면), 요소는 형성

된 염소와 반응하고, 고갈되고, 그 뒤의 충전 사이클들 동안 생성된 임의의 염소 가스를 제거하기 위해 이용가능하지 않을 수 있다.

[0158] 본 발명의 일 실시예에 따라 제공된 셀 설계에서, 전해질들은 주기적으로 테스트될 수 있고, 염소 레벨들이 미리 결정된 레벨 이상이면, 부가적인 요소가 요구된 대로 부가될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전해질들은 수동으로 테스트될 수 있다. 다른 실시예들에서, 하나 이상의 센서들은 상기 염소 레벨들을 자동으로 테스트하기 위해 제공될 수 있고, 필요하다면, 염소와 반응하거나 이를 제거하기 위해 부가적인 요소를 부가할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 요소는 필요에 따라 수동으로 부가될 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 요소는 염소 레벨들이 미리 결정된 레벨 이상일 때 자동으로 부가될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 미리 결정된 레벨은 가중으로 5% 요소의 범위에 있을 수 있지만, 통상적으로 수 ppm 요소일 것이다.

[0159] 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 시스템은 충전 동안 수소 방출을 막지할 수 있는 첨가물을 포함할 수 있다. 상기 첨가물은 염화 주석, 염화 납, 염화 수은, 염화 카드뮴, 또는 염화 비스무트와 같은 높은 수소 과전압 억제물을 포함할 수 있다.

아연/전해질 슬러리를 가진 급속 재충전

[0161] 수평 셀 설계를 갖고, 셀들이 급속하게 재충전될 수 있는(예로서, 장거리 이동 애플리케이션들을 위해) 시스템이 제공될 수 있다. 방전 동안 형성된 염화 아연 입자들은 폐기물 탱크 또는 블라더(bladder)로 이러한 슬러리를 흡입하는 것을 통해 셀들로부터 빠르게 제거될 수 있다. 이러한 이용된 전해질 액체는 상기 수평 셀로 다시 펌핑될 수 있는 전해질 슬러리에서의 새로운 아연 펠릿들로 교체될 수 있다. 고체 아연 입자들은 상기 셀(금속 전극)의 최저부에 정착할 수 있다. 이러한 기계적 재충전은 단지 수 분 걸릴 것으로 예상된다.

[0162] 도 4b에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 수평 셀들은 하우징(housing) 내에 있거나 상기 배터리 하우징의 일부를 형성할 수 있다. 상기 하우징은 탱크에 접속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이용된 전해질 액체는 상기 탱크로 리턴될 수 있다. 상기 전해질 액체는 리턴 파이프, 투브, 채널, 도관, 또는 임의의 다른 액체 소통 장치를 통해 리턴될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 탱크는 전해질 액체를 상기 하우징에 공급할 수 있다. 상기 전해질은 공급 파이프, 투브, 채널, 도관, 또는 임의의 다른 액체 소통 장치를 통해 공급될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 동일한 탱크는 이용된 전해질 액체를 수용하고 새로운 전해질 액체를 제공할 수 있다. 전해질 액체는 상기 시스템 내에서 사이클링 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 탱크는 그것이 상기 하우징에 다시 공급되기 전에 상기 이용된 전해질 액체를 처리할 수 있는 하나 이상의 처리 프로세스들을 가질 수 있다. 예를 들면, 새로운 아연 펠릿들은 상기 전해질에 부가될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상이한 탱크들은 상기 이용된 전해질 액체를 수용하고 새로운 전해질 액체를 제공하기 위해 이용될 수 있다. 새로운 전해질은 상기 시스템에 들어갈 수 있고, 이용된 전해질은 상기 시스템으로부터 제거될 수 있다.

[0163] 상기 이용된 셀로부터의 염화 아연 입자들은 잘 알려진 기계 화학적 기술들에 의해 국소적으로 또는 몇몇 지역 설비(정제 공장 또는 탱크 팜의 등가물)에서 재발생될 수 있다. 이러한 변경은 통상적으로 어떤 것이 배터리에서 상상될 지로부터 흐름 유형 셀 또는 아연 공기 연료 셀 중 보다 많은 것으로 이러한 시스템을 변환할 것이다. 그러나, 상기 이점들의 모두는 여전히 이용가능할 것이고, 외부 아연의 재순환 없이 단지 각각의 셀로 맞출 수 있는 아연의 양으로부터 이용가능한 방전 사이클보다 더 긴 방전 사이클이 달성될 수 있다. 또 다른 재보급 방법이 전해질 투입으로서 설명될 수 있고, 여기에서 열화된 전해질은 종래의 펌핑 스테이션들과 유사하게, 빠르고, 편리한 재보급을 위해 새로운 전해질과 교환될 수 있다.

급속-공기 배터리 하우징 및 어셈블리

[0165] 이전에 설명된 바와 같이, 상기 급속-공기 배터리 시스템은 배터리 하우징을 포함할 수 있다. 이러한 하우징은 하나 이상의 에워싸인 개개의 셀들을 포함할 수 있는 임의의 수의 구성들을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 셀 자체는 상기 하우징의 일부를 형성할 수 있다. 예를 들면, 셀들은 셀 프레임들이 상기 하우징의 일부를 형성할 수 있도록 적층될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 하우징은 유체-밀봉식일 수 있다. 예를 들면, 상기 하우징은 액체 밀봉식 및/또는 기밀식일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 하우징은 하나 이상의 통기 메커니즘들을 포함할 수 있다.

A. 공유된 4개의 셀("쿼드") 및 전해질 충진/배기 포트 시스템을 가진 플라스틱 하우징

[0167] 플라스틱 셀 프레임의 배치 및 설계는 공간 효율성, 강도, 모듈성, 및 낮춰진 셀간 저항으로 인한 최소화되거나 감소된 내부 저항 손실들을 위해 최적화되거나 개선될 수 있다.

- [0168] 본 발명의 일 실시예에 따른 셀 프레임 설계는 4개의 개별적으로 프레임되고, 수평으로 배향된 셀들에 의해 공유될 수 있는 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 통합할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 집중화된 전해질 관리 시스템은 이에 제한되지 않지만, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 이상의 셀들을 포함한, 임의의 수의 셀들에 의해 공유될 수 있다. 이러한 설계는 상기 매니폴드 시스템의 최적의 "집중화된" 간격, 물리적 적층가능성, 및 전기적 접속성을 허용할 수 있다.
- [0169] 도 5는 에너지 저장 시스템의 배터리 스택 구성의 일 예를 도시한다. 상기 플라스틱 프레임들(500a, 500b, 500c, 500d)의 외부 벽들은 하우징 벽(502)을 형성할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 4개의 셀들(504a, 504b, 504c, 504d)은 공유된 집중화 전해질 관리 시스템(506)을 갖고 쿼드(504)를 형성할 수 있다.
- [0170] 임의의 수의 셀들이 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 예를 들면, 4개의 셀들(504c, 504e, 504f, 504g)이 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상, 8 이상, 9 이상, 10 이상, 12 이상, 15 이상, 20 이상, 30 이상, 또는 50 이상의 셀들이 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 하나 이상의 기류 통로들(508a, 508b, 508c, 508d)이 각각의 셀을 위해 제공될 수 있다. 상기 복수의 수직으로 적층된 셀들은 원하는 전압을 달성하기 위해 선택될 수 있다. 수직으로 적층된 셀들이 직렬로 접속된다면, 수직으로 적층된 셀들의 수는 증가된 전압 레벨에 대응할 수 있다. 여기 어딘가에 설명된 바와 같이, 중심 전극은 셀들 사이에 직렬 접속을 생성하기 위해 이용될 수 있다.
- [0171] 임의의 수의 쿼드들 또는 쿼드들의 스택들은 서로 인접하여 제공될 수 있다. 예를 들면, 제 1 쿼드(504)는 제 2 쿼드(510)에 인접할 수 있다. 하나 이상의 로우들의 쿼드들 및/또는 하나 이상의 컬럼들의 쿼드들은 에너지 저장 시스템에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 저장 시스템은 $i \times j$ 어레이의 쿼드들을 포함할 수 있고, 여기에서 i, j 는 이에 제한되지 않지만, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 이상을 포함한 1 이상의 임의의 범자연수이다. 다른 실시예들에서, 셀들 또는 쿼드들은 스태거드 구성을, 동심원 구성을 가질 수 있거나, 서로에 대하여 임의의 방식으로 위치될 수 있다. 캡들은 상기 인접한 셀들 또는 쿼드들 사이에 제공되거나 제공되지 않을 수 있다. 대안적으로, 인접한 셀들 및/또는 쿼드들은 서로에 전기적으로 접속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 셀들, 또는 하나 이상의 쿼드들은 상기 인접한 셀 또는 쿼드와 공통 프레임을 공유할 수 있다. 다른 실시예들에서, 각각의 셀 또는 쿼드는 상기 인접한 셀 또는 쿼드의 프레임을 접촉하거나 접촉하지 않을 수 있는 그 자신의 프레임을 가질 것이다.
- [0172] 이전에 논의된 바와 같이, 임의의 수의 셀들은 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있다. 4개의 4변형 셀들은 쿼드를 형성하는, 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있다. 다른 예들에서, 5개의 삼각형 셀들은 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있거나 3개의 육각형 셀들이 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있다. 임의의 조합의 셀 형상들이 이용될 수 있고, 여기에서 하나 이상의 셀들의 코너는 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있다. 쿼드들에 대한 임의의 참조가 또한 공통 집중화된 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있는 다른 수들 또는 구성들의 셀들에 적용될 수 있다. 수평 및/또는 수직 교차 전도 접속들이 제공될 수 있다. 이것은 접속의 중복(redundancy)을 제공할 수 있다.
- [0173] B. 고유의 매니폴드 및 중력 제어된 드립 시스템 설계
- [0174] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 시스템에 대한 집중화된 전해질 관리 시스템의 일 예를 도시한다. 복수의 셀들(600a, 600b, 600c)은 공통 전해질 관리 시스템을 공유할 수 있다. 전해질 관리 시스템은 각각의 셀에 대한 립(602a, 602b, 602c)을 포함할 수 있다. 상기 립은 상기 셀 내에 액체 전해질을 포함하는 것을 도울 수 있다. 상기 전해질 관리 시스템은 또한 하나 이상의 비스듬한 또는 수직 부분들(604a, 604b, 604c)을 포함할 수 있다. 상기 비스듬한 또는 수직 부분은 상기 셀로 흐르도록 전해질을 지시할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 립 및 비스듬하거나 수직 부분의 조합은 상기 셀 위로부터 제공된 전해질을 캡처할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 지지 돌출부들(606a, 606b, 606c)이 제공될 수 있다. 상기 집중화된 전해질 관리 시스템은 오버플로우 전해질이 아래에 놓인 셀들 및/또는 아래의 전해질 탱크로 떨어지도록 허용하는 또한 각기동 돌출부(608a, 608b, 608c)를 포함할 수 있다.
- [0175] 하나의 예에서, 전해질 액체는 제 1 셀(600a)의 오버플로우 립(602a)에 의해 잡힐 수 있다. 상기 전해질 액체는 상기 비스듬한 또는 수직 부분(604a) 아래로 흐를 수 있고 상기 셀 내에 포함될 수 있다. 상기 전해질 액체가 상기 제 1 셀로부터 오버플로우되면, 그것은 상기 오버플로우 립 위로, 그리고 상기 각기동 돌출부(608a)로 흐를 수 있다. 그것은 상기 각기동 돌출부를 통해 흐를 수 있고 상기 제 1 셀 아래의 제 2 셀(600d)의 비스듬한 또는 수직 부분(604d) 및 상기 립(602d)에 의해 잡힐 수 있다. 전해질은 상기 제 2 셀에 의해 캡처되고 그것 내에 포함될 수 있다. 상기 제 2 셀이 오버플로우하고 있거나 오버플로우하면, 전해질 액체는 상기 제 2 셀의 각

기둥 돌출부(608d)를 통해 흐를 수 있고 제 3 셀(600e)에 의해 잡힐 수 있거나, 계속해서 아래로 흐를 수 있다.

[0176] 초기에 전해질로 배터리를 채울 때, 최상부 상에서의 셀들이 먼저 채워질 수 있고, 그 후 전해질은 아래에 놓인 셀들 또는 쿼드들로 오버플로우 할 수 있고, 이것은 그 후 아무리 수직 셀들의 많은 층들이 제공되더라도 추가 아래에 놓인 셀들 또는 쿼드들로 넘쳐 흐를 수 있다. 결국, 수직 스택 구조에서의 상기 셀들의 모두는 전해질로 채워질 수 있고 과도한 전해질이 상기 셀들 아래의 최저부 저장소 트레이에 의해 캡처될 수 있다.

[0177] 상기 전해질 관리 시스템의 특징들 중 임의의 것은 상기 셀 프레임에 일체형일 수 있거나 상기 셀 프레임으로부터 개별적이거나 분리가능할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 특징들은 사출 성형될 수 있다.

[0178] 상기 전해질 관리 시스템은 각각의 공기-전극의 하부 부분과의 일정하고 균일한 전기적 접촉을 보장하기 위해 각각의 4개의 셀("쿼드들")에서 액체 전해질 레벨들을 계속해서 관리할 수 있다. 충분한 전해질은 전해질들이 공기 전극의 하부 부분(예로서, 610a)을 접촉할 수 있도록 상기 셀들에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 하부 부분은 금속 전극/양극일 수 있다. 다른 실시예들에서, 충분한 전해질이 공기 전해질 오버헤드의 최저부 부분(612a)과의 전해질 접촉들을 보장하기 위해 상기 셀에 제공되거나 제공되지 않을 수 있다. 상기 공기 전극의 최저부 부분은 방전 동안 음극일 수 있다.

[0179] 도 3은 상기 코너에 전해질 관리 시스템을 갖는 셀의 부가적인 뷰를 제공한다.

[0180] 바람직한 실시예들에서, 각기둥 돌출부 또는 립은 셀들 사이에서 흐르는 전도성 액체의 임의의 잠재적인 접속을 차단하도록 구성될 수 있다. 상기 각기둥 돌출부는 상기 전해질 액체를 각게 사이징된 방울들로 분리할 수 있다. 상기 각기둥 돌출부는 임의의 오버플로우 전해질의 흐름 속도를 제어할 수 있다.

[0181] 상기 전해질 관리 시스템은 효율적인 전해질 오버플로우 및 관리를 허용하기 위해 유용할 수 있다. 전해질을 오버플로우하는 것은 아래의 셀들에 의해 캡처될 수 있거나 그것이 아래의 탱크에 의해 캡처될 때까지 아래로 흐를 수 있다.

[0182] 상기 전해질 관리 시스템은 또한 원치 않은, 발생 가스들을 안전하게 통기되도록 허용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 가스들은 상기 각기둥 부분들에 의해 형성된 통로들을 통해, 위로, 또는 아래로 통기될 수 있다.

[0183] 유리하게는, 상기 전해질 관리 시스템은 중력-제어된 드립 시스템을 통해 액체 전해질로 셀들을 보충할 수 있다. 셀들은 셀들 오버헤드로부터, 또는 전해질 소스로부터 오버플로우에 의해 보충될 수 있다. 예를 들면, 도 4a에 도시된 바와 같이, 전해질은 상부 유지 탱크에 공급될 수 있다. 전해질은 임의의 다른 방식으로 공급될 수 있다.

[0184] 본 발명의 실시예들에 제공된 바와 같이, 각각의 셀을 위한 중력 보조 오버플로우 및 공통 리필 포트가 보편화될 수 있고 액체 전해질 레벨들이 방전 및 충전 동안 변할 수 있는 임의의 다른 에너지 저장 디바이스에 이용될 수 있다. 이러한 액체 관리 시스템들은 아연 공기 셀들과 같은, 금속-공기 셀들에 제한될 필요가 없다. 다른 유형들의 에너지 저장 셀들은 유사한 액체 관리 시스템들을 이용할 수 있다. 액체 전해질의 레벨은 그것이 단지 각각의 개개의 공기 전극의 하부 부분을 터치하도록 자동으로 조정될 수 있다.

[0185] 이러한 설계에 대한 부가적인 변경은 하나의 측면 상에 포함된 리세스(recess)가 있는 캐비티를 갖는 각각의 셀을 제조하는 것을 포함한다. 이것은 과도한 전해질 볼륨들이 필요에 따라 안전하게 저장될 수 있는 액체 저장소로서 기능할 수 있다. 전해질 볼륨들이 감소할 때, 이러한 캐비티에 저장된 과도한 액체는 중력을 통해 자동으로 아래로 흐를 수 있고 상기 셀을 리필하기 위해 이용될 있고, 따라서 상기 공기 전극의 상기 전해질-향 측면(최저부 부분)의 모든 부분들이 상기 액체 전해질과 접촉한 채로 있음을 보장한다.

C. 신뢰성을 위한 압축 설계

[0187] 도 5는 배터리 스택 구조의 뷰를 제공한다. 이전에 설명된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서, 상기 셀들의 프레임들의 외부 표면들은 하우징을 형성할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 모든 중요한 실링 표면들은 부가된 장기 실링 신뢰성에 대한 수직 압축 하중 하에 있을 수 있다. 예를 들면, 압축 하중은 셀들의 스택에 인가될 수 있고, 이것은 상기 압축 하중을 상기 프레임들에 분배할 수 있다. 이것은 프레임들이 함께 압축되고 셀을 형성하게 한다. 상기 압축 하중은 함께 셀들의 스택을 압축하는 방향으로 제공될 수 있다. 상기 압축 하중은 상기 셀의 금속 전극 또는 공기 전극에 의해 형성된 평면에 수직인 방향으로 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 압축 하중은 수직 방향으로 제공될 수 있다.

[0188] 중심 전극 어셈블리들은 일련의 개별적으로 실링된 셀들을 형성하기 위해 대응하는 플라스틱 프레임들 사이에

끼워 넣어질 수 있다. 이전에 논의된 바와 같이, 중심 전극들은 하나의 셀의 금속 전극이 또 다른 셀의 공기 전극에 전기적으로 접속될 때 형성될 수 있다. 하나의 실시예에서, 이러한 전기적 접속은 금속 전극이 공기 전극 주변에서 크림핑될 때 형성될 수 있다. 이것은 셀들 사이의 직렬 접속을 허용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 압축력은 상기 셀들 사이에 인가될 수 있다. 상기 압축력은 상기 금속 전극과 공기 전극 사이의 접속에 인가될 수 있다. 상기 금속 전극 및 상기 공기 전극을 합치는 힘을 인가하는 것은 상기 금속 전극과 공기 전극 사이의 전기적 접속을 향상시킬 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극 및 공기 전극 접촉 포인트는 플라스틱 프레임들 사이에 끼워 넣어질 수 있고, 상기 압축 하중은 상기 프레임들 및 접촉들 사이에 압축력을 제공할 수 있다. 유체 밀봉 씰이 형성될 수 있고, 이것은 상기 중심 전극과의 프레임 접촉을 통해 전해질이 하나의 셀에서 또 다른 셀로 흐르는 것을 방지할 수 있다. 이러한 씰은 접착제를 갖고 이루어지거나 지원될 수 있다.

[0189] 외부 벽들 및 내부 파티션들(상기 셀들의 프레임들을 형성할 수 있는)은 각각의 셀의 내부 작업들을 적절히 하우징하고 실링하고, 중대한 셀 접합들 및 실링 표면들 상에 압축 하중들을 인가하도록 설계된 구조적 부재들일 수 있다. 이것은 개개의 셀들이 수직으로 적층될 때 쉽게 어셈블리되는, 신뢰 가능한 설계 및 유리한 구조적 시스템을 제공한다. 도 1 및 도 2는 어떻게 개개의 셀들이 수직으로 적층될 수 있는지를 도시한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 적층은 상기 금속 전극들과 공기 전극들 사이의 접속들 및/또는 프레임들에 인가될 수 있는 압축력을 갖고 로딩될 수 있다.

D. 금속 전극, 공기 전극 서브-어셈블리

[0191] 도 1은 금속 전극과 공기 전극 사이의 접속을 도시한다. 몇몇 실시예들에서, 스템핑된 어셈블리 방법은 공기를 통과시키기 위한 모자 단면을 형성하는, 상기 공기 전극 위에 상기 금속 전극을 크림핑한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극은 상기 금속 전극의 일부가 상기 공기 전극의 제 1 측면 상에서의 에지 및 상기 공기 전극의 제 2 측면 상에서의 에지를 접촉하도록 상기 공기 전극 위에서 크림핑될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 공기 전극은 상기 공기 전극의 일부가 상기 금속 전극의 제 1 측면 상에서의 에지 및 상기 금속 전극의 제 2 측면 상에서의 에지를 접촉하도록 상기 금속 전극 위에서 크림핑될 수 있다. 상기 금속 전극 및 공기 전극은 그것들이 다양한 구성들을 갖고 서로에 대해 구부려지거나 접혀도록 임의의 방식으로 함께 크림핑될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그것들은 어떤 구부러짐들 또는 접힘들을 필요로 하지 않고, 서로 접촉하도록 크림핑되거나 그렇지 않다면 함께 부착된다. 상기 언급된 바와 같이, 전기적 접속을 형성하는 다른 방식들이 이용될 수 있다.

[0192] 금속-공기 전극 어셈블리는 공기 경로의 양측들 모두를 따라 전기적 흐름 접속을 형성하기 위해 크림핑되는 상이한 재료들을 이용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극을 위한 재료들의 예들은 아연(아연을 가루로 만든 아말감과 같은), 또는 수은을 포함할 수 있다. 상기 공기 전극을 위한 재료들의 예들은 탄소, 테플론, 또는 망간을 포함할 수 있다.

[0193] 상기 금속 전극이 상기 전해질 풀의 실링된 바닥을 제공하는 금속-공기 전극 어셈블리가 제공될 수 있는 반면, 상기 공기 전극은 아래의 상기 전해질 풀을 위한 실링된 커버를 형성한다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 금속 전극(104a)은 전해질 풀(106a)의 바닥을 형성할 수 있다. 상기 공기 전극(102a)은 상기 전해질 풀의 커버를 형성할 수 있다. 상기 금속 전극 및/또는 공기 전극은 실링될 수 있다.

[0194] 상기 금속 전극 및 공기 전극에 의해 형성된 중심 전극은 임의의 치수들을 가질 수 있다. 상기 치수들(예로서, 길이 또는 폭) 중 하나 이상은 약 $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", 1", 2", 3", 4", 5", 6", 7", 8", 9", 10", 11", 12" 이상일 수 있다.

E. 셀들 사이의 교차 전도 설계

[0196] 도 7은 금속 전극-공기 전극 접속들을 가진 배터리 스택 구성의 부가적인 뷰를 도시한다. 이웃하는 크림프 플랜지들 또는 중심 전극들의 다른 확장들이 중첩하거나 터치하여, 반복 가능하고, 모듈식 및 수평으로 및 수직으로 전기적으로 접속된 직렬 구성을 생성하는 금속 전극 - 공기 전극 어셈블리 구성이 제공될 수 있다.

[0197] 제 1 셀은 프레임 부재들(700a, 700c)을 포함할 수 있고, 금속 전극(702a)을 가질 수 있다. 금속 전극은 아래에 놓인 셀의 공기 전극(704b) 주변에서 크림핑될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이웃하는 셀(702c)의 금속 전극은 그것의 아래에 놓인 셀(704d)의 공기 전극 주변에서 크림핑될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 금속 전극(702a) 및 공기 전극(704b)에 의해 형성된 전기적 접속은 금속 전극(704c) 및 공기 전극(704d)에 의해 형성된 전기적 접속과 전기적으로 통신할 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전극들(702c) 중 하나는 다른 금속 전극(702a)을 접촉할 수 있다. 대안적으로, 이웃하는 셀들 사이의 전기적 접속은 서로 접촉하는 금속 전극들 및/또

는 공기 전극들의 임의의 조합에 의해 형성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 오버레잉 및 언더라인 셀들과 인접한 셀들 사이의 전기적 접속들(예로서, 702c, 704d, 702a, 704b 사이의 접속)은 프레임들(예로서, 700c, 700d) 사이에 제공될 수 있다.

[0198] 도 7은 금속 전극들 및 공기 전극들이 어떻게 크립핑 및 폴딩에 의해 전기적 접속을 이를 수 있는지에 대한 일 예를 도시한다. 그러나, 서로의 위에서 폴딩되거나 서로 접촉하는 금속 전극들과 공기 전극들 사이의 접촉들의 임의의 조합은 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 이용될 수 있다. 금속 전극들 및 공기 전극들의 위치들은 본 발명의 대안적인 실시예들에서 반전될 수 있고, 금속 전극 위치들에 관한 임의의 논의는 공기 전극 위치들에 적용할 수 있고 그 역 또한 마찬가지이다.

[0199] 중첩 또는 그 외 순응적인 크립프 플랜지들은 시스템 신뢰성, 간단함, 및 유연성을 위한 직렬 또는 직렬-병렬 전기적 접속을 허용할 수 있다. 예를 들면, 이러한 시스템의 하나의 이점은 셀 프레임에서의 모든 로우가 중첩하는 크립프 플랜지들을 통해 전기적으로 직렬로 접속될 수 있기 때문에 보다 적은 와이어들 및 접속 포인트들이 요구된다는 것일 수 있다.

[0200] 도 9a는 전기적 접속들을 가진 셀 프레임 어셈블리의 저면도를 제공한다. 하나 이상의 셀들(900a, 900b, 900c, 900d)은 공통 전해질 관리 시스템(902)을 갖고 쿼드를 형성할 수 있다. 셀의 최저부는 금속 전극으로 형성될 수 있다. 하나 이상의 프레임 구성요소들(904a, 904b, 904c, 904d, 906a, 906b)이 제공되어, 셀들을 분리할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 셀들 사이의 전기적 접속들은 이 인접한 셀들을 위해 제공될 수 있다. 예를 들면, 전기적 접속이 제 1 셀(900a) 및 제 2 셀(900b) 사이에서와 같이, 로우 내에서의 둘 이상의 셀들 사이에 제공될 수 있다. 전기적 접속이 상기 셀들 사이의 프레임(904a) 가까이에 제공될 수 있다. 전기적 접속들은 제 1 셀(900a) 및 제 2 셀(900c) 사이에서와 같이, 컬럼 내에서의 둘 이상의 셀들 사이에 제공될 수 있다. 전기적 접속은 상기 셀들 사이의 프레임(906a) 가까이에 제공될 수 있다. 전기적 접속들은 로우 또는 컬럼 내의 인접한 셀들의 임의의 조합을 위해 제공될 수 있다.

[0201] 몇몇 실시예들에서, 전기적 접속들은 인접한 셀들 사이에 제공되지 않는다. 몇몇 실시예들에서, 전기적 접속들은 단지 스택을 형성하는 오버레잉 및 언더라잉 셀들 사이에서만 제공될 수 있다.

[0202] 도 9b는 프레임 어셈블리 및 하나 이상의 중심 전극들의 뷔를 도시한다. 프레임(880)은 하나 이상의 단일 셀들 또는 쿼드들, 또는 복수의 단일 셀들 또는 쿼드들을 위해 제공할 수 있다. 하나 이상의 중심 전극들(882a, 882b)은 금속 전극(884) 및 공기 전극(886)으로 형성될 수 있다. 중심 전극은 상기 프레임 내에 맞추도록 성형될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 프레임은 상기 프레임의 측면 부분이 셀의 벽을 형성하고 상기 중심 전극의 금속 전극이 상기 셀의 바닥을 형성하도록 상기 중심 전극들에 기초할 수 있다. 복수의 인접한 중심 전극들(예로서, 882a, 882b)은 서로 전기적으로 접속될 수 있다. 예를 들면, 중심 전극은 상기 금속 전극 및 공기 전극이 서로 접촉하는 포인트(888)를 가질 수 있다. 제 1 셀의 접촉 포인트는 상기 제 2 셀의 접촉 포인트를 접촉할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 중심 전극은 공기 터널(890)이 상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이에 제공되도록 형성될 수 있다.

[0203] 상기 프레임(880)은 상기 프레임으로 일체형으로 형성될 수 있는 전해질 분배 어셈블리(892)를 포함할 수 있다. 상기 전해질 분배 어셈블리는 전해질이 언더라잉 셀들로 흐르도록 허용할 수 있는 슬롯(894)을 포함할 수 있다. 상기 전해질 분배 어셈블리는 전해질이 상기 슬롯으로 오버플로우할 때를 결정할 수 있는 오버플로우 립(896)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 오버플로우 립의 높이는 상기 셀들 또는 전체 배터리 시스템이 기울어질 때에 대한 공차를 허용할 수 있다. 비록 상기 전체 배터리 시스템이 기울어질지라도, 상기 오버플로우 립이 충분히 높다면, 충분한 전해질은 오버플로우하기 전에 상기 셀들 내에서 보유될 것이다.

[0204] 상기 프레임은 또한 상기 프레임으로부터 돌출될 수 있는 셀프(898)를 포함할 수 있다. 상기 금속 전극(884)은 상기 셀프를 접촉할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 액체-밀봉 씰은 상기 금속 전극 및 상기 셀프 사이에 형성될 수 있다. 상기 금속 전극과 상기 공기 전극 사이의 접촉(888)은 상기 프레임(881)의 최저부 부분을 접촉할 수 있다. 상기 프레임의 최저부 부분은 상기 접촉 포인트의 최상부에 기초할 수 있다. 유체 밀봉 접속이 형성되거나 형성되지 않을 수 있다. 프레임의 최저부 부분(883)은 인접한 중심 전극들 사이에 형성된 접촉 포인트의 최상부에 기초할 수 있다.

F. 적층가능한 구성 및 모듈식 어셈블리

[0205] 도 5는 근본적으로 공통 프레임들 중 둘 사이에서 다수의 중심 전극들을 샌드위치하는 하나의 플라스틱 프레임 구성요소를 이용하는 설계를 도시한다. 이것은 유리하게는 간략화된 설계를 제공할 수 있다. 예를 들면, 도시된

바와 같이, 프레임은 다수의 셀들을 스패닝할 수 있는 전력망 패턴을 형성하게 제공될 수 있다. 상기 전력망-패턴 프레임들은 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전력망-패턴 프레임들은 단일의 필수 조각으로 형성될 수 있다. 대안적으로, 상기 전력망-패턴 프레임들은 서로 접속될 수 있는 다수의 조각들로 형성될 수 있다. 상기 다수의 조각들은 분해가능하거나 분해가능하지 않을 수 있다. 중심 전극들(512a, 512b)은 상기 프레임들(514a, 514b, 514c) 사이에 제공될 수 있다.

[0207] 상기 프레임 설계는 물 관리 시스템을 포함할 수 있다. 상기 물 관리 시스템은 도 4에 제공될 수 있고, 이것은 이전에 설명된 바와 같이, 물 주입구들, 높은 오버플로우 포트들 및 각기둥 드립 에지들을 도시할 수 있다. 상기 물 관리 시스템은 하나 이상의 셀들 내에서 원하는 전해질 레벨을 보장하기 위해 이용될 수 있다.

[0208] 적층될 때, 상기 플라스틱 프레임 설계는 물 오버플로우, 전해질의 드립 보충 및 가스 배기를 허용하는 일련의 수직 튜브들 또는 파이프들을 형성할 수 있다. 도 4 및 도 6에 관하여 이전에 논의된 바와 같이, 전해질 관리 시스템에 제공될 수 있다. 상기 프레임들이 서로 적층될 때, 상기 전해질 관리 시스템은 셀들의 스택들을 위해 제공될 수 있다.

[0209] 상기 적층가능한 프레임 어셈블리 구성은 둘 모두 모듈식이고 효율적일 수 있다. 상기 플라스틱 특징들은 그 아래의 셀 위의 공기 전극 및 아래의 금속 전극의 메이팅 형상(mating shape)에 따를 수 있고, 그것은 보다 적은 부분들을 가진 모듈식 구성을 허용할 수 있다. 도 1 및 도 2는 상기 금속 전극 및 공기 전극 접속에 따르도록 몰딩될 수 있는 상기 프레임들에서의 특징들을 가진 셀들의 스택의 일 예를 제공한다. 상기 금속 전극 및 공기 전극 접속의 형상에 의존하여, 상기 프레임들은 상기 접속 형상에 따르도록 성형될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 럿지들(ridges), 홈들, 채널들, 돌출부들, 또는 홀들은 상기 금속 전극-공기 전극 접속의 대응하는 성형 특징을 보완하기 위해 상기 플라스틱 프레임 상에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 상호 보완적인 형상은 상기 프레임이 하나 이상의 방향들에서 수평으로 이동하는 것을 방지할 수 있다. 임의의 특징들은 상기 셀에 일체형이 될 수 있거나 상기 셀로부터 분리가능할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프레임 특징들은 사출 형성될 수 있다.

G. 모듈식 설치 및 이용 구성들

[0211] 다수의 배터리 구성들이 프레임 설계를 확대하거나 축소함으로써 달성될 수 있다. 예를 들면, 상기 프레임 설계는 단일 셀 프레임, 쿼드 셀 프레임, 또는 단일 프레임에서의 다수의 쿼드들을 포함할 수 있다. 각각의 그룹핑을 위한 프레임 설계(예로서, 단일 셀, 쿼드 셀, 다수의 쿼드들)는 단일의 필수적인 조각으로 형성될 수 있다. 대안적으로, 상기 프레임 설계는 다수의 부분들을 포함할 수 있다.

[0212] 몇몇 실시예들에서, 다수의 프레임들은 또한 서로 인접하여 제공될 수 있다. 예를 들면, 다수의 단일-셀 프레임들, 쿼드-셀 프레임들, 또는 다중-쿼드 프레임들이 서로 인접하여 제공될 수 있다. 서로 인접하여 제공된 프레임들은 커넥터를 이용하여 서로 접속되거나 접속되지 않을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 힘은 서로에 대하여 상기 프레임을 유지하게 위해 제공될 수 있다.

[0213] 프레임들은 파워 및 저장 요구들에 의존하여 임의의 원하는 높이로 적층될 수 있다. 임의의 수의 프레임들은 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 예를 들면, 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상, 8 이상, 9 이상, 10 이상, 12 이상, 15 이상, 20 이상, 30 이상, 60 이상, 90 이상, 120 이상, 또는 150 이상의 프레임들이 서로의 최상부 상에 적층될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 프레임은 높이가 약 $\frac{1}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1.25", 1.5", 2", 2.5", 3", 4", 5", 6", 8", 10" 또는 12"일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프레임들의 스택의 전체 높이는 대략 약 1 인치 이상, 3 인치 이상, 6 인치 이상, 1 피트 이상, 2 피트 이상, 3 피트 이상, 5 피트 이상, 10 피트 이상, 또는 20 피트 이상일 수 있다.

[0214] 개개의 프레임들의 스택들은 공기 순환을 최적화하기 위해 다양한 방향들로 배향될 수 있다. 예를 들면, 공기 터널들은 셀들 내에게 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 터널들은 셀들 사이에 제공될 수 있다. 예를 들면, 연속적인 공기 터널은 인접한 셀들 사이에 형성될 수 있다. 공기 터널들은 셀들의 컬럼들에 대해 및/또는 셀들의 로우들에 대해 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 터널들은 서로 평행일 수 있다. 다른 실시예들에서, 하나 이상의 공기 터널들은 서로 수직일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기 터널들은 직선으로 형성될 수 있거나, 다른 실시예들에서, 공기 터널들은 굽은 곳들 또는 곡선들을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 셀들이 약간 기울어질 수 있을 때, 공기 터널들은 실질적으로 수평으로 배향될 수 있지만, 상기 셀들의 기울기를 수용하기 위해 약간 오름과 내림을 가질 수 있다. 공기는 평행의 공기 터널들에 대해 동일한 방향으로 흐를 수 있거나, 반대 방향들로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기 터널은 단일 레벨로 한정될 수 있다.

다른 실시예들에서, 공기 터널이 다수의 레벨들의 상기 스택들에 걸쳐 제공되도록 허용할 수 있는 통로들이 제공될 수 있다. 이들 구성들의 임의의 조합이 이용될 수 있다.

[0215] 스택 또는 일련의 스택들이 다양한 구성들에서 이용될 수 있고 다양한 하우징들에 설치될 수 있다. 예를 들면, 스택 높이들이 변할 수 있다. 유사하게는, 스택의 레벨당 제공된 셀들의 수가 변할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 개개의 셀 크기들 또는 형상들은 일정할 수 있지만, 다른 실시예들에서, 개개의 셀 크기들 또는 형상들이 변할 수 있다. 하우징 크기들은 상기 스택들의 크기에 의존하여 변할 수 있다. 예를 들면, 전체 에너지 저장 시스템은 대략 인치, 피트, 수십 피트, 또는 수백 피트로 하나 이상의 치수들(예로서, 높이, 폭, 길이)을 가질 수 있다. 각각의 치수는 동일한 자릿수 내에 있을 수 있거나, 다양한 자릿수들 내에 있을 수 있다.

[0216] 스택 또는 일련의 스택들은 전해질의 교환 또는 보충, 및 상기 지원 시스템들의 패키징을 통해 연로 전지 시스템으로서 구성될 수 있다. 예를 들면, 아연-공기 연료 전지 시스템은 아연 금속의 부가 및 산화 아연의 제거를 포함할 수 있다. 이전에 언급된 바와 같이, 아연 펠릿들이 상기 전해질에 부가될 수 있다. 산화 아연 또는 염화 아연은 폐기물 탱크로 제거될 수 있다.

H. 절연된 화물 컨테이너 및 HVAC 머신 이용

[0218] 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스택을 위한 절연된 화물 컨테이너 및 HVAC 머신 이용의 일 예를 도시한다. 복수의 모듈들(800a, 800b, 800c)은 하우징(802) 내에 제공될 수 있다. 각각의 모듈은 최상부 트레이(804), 하나 이상의 스택들의 셀들(단일 셀들, 쿼드 셀들, 및/또는 임의의 수의 셀들의 하나 이상의 레벨들/층들을 포함할 수 있는)(806), 및 최저부 트레이 또는 스키드(skid)(808)를 가질 수 있다. 또한 도 8h를 참조하고, 각각의 스택의 셀들은 그에 의해 전해질이 주어진 스택 또는 스택의 섹션에 전송되거나 접속해제될 수 있는 매니폴드를 가질 수 있다. 유사하게는, 전기적 접속들이 특정 스택들에 대해 분리되고 접속해제될 수 있다.

[0219] 하나의 예에서, 960개의 쿼드 셀들의 16개의 모듈들(800a, 800b, 800c)이 제공될 수 있다. 각각 8개의 모듈들을 갖는, 2개의 로우들이 제공될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에서, 이에 제한되지 않지만, 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상, 8 이상, 9 이상, 10 이상, 12 이상, 15 이상, 20 이상, 30 이상, 50 이상, 또는 100 이상의 모듈들을 포함하는, 임의의 수의 모듈들이 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 모듈들은 하나 이상의 로우들 및/또는 하나 이상의 컬럼들로 배열될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 모듈들은 어레이로 배열될 수 있다. 하우징(802)은 모듈들에 맞추도록 성형될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 하우징은 길이가 약 40, 45, 50, 또는 52 피트일 수 있다.

[0220] 모듈은 임의의 치수들을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 모듈은 50인치 × 44인치일 수 있다. 하나의 예에서, 모듈은 15 이상 또는 이하의 쿼드 셀들의 80 또는 120 이상의 스택들을 포함할 수 있다. 그러나, 모듈은 이에 제한되지 않지만, 1 이상의 층들, 2 이상의 층들, 3 이상의 층들, 5 이상의 층들, 10 이상의 층들, 20 이상의 층들, 30 이상의 층들, 40 이상의 층들, 50 이상의 층들, 60 이상의 층들, 70 이상의 층들, 80 이상의 층들, 90 이상의 층들, 100 이상의 층들, 120 이상의 층들, 150 이상의 층들, 또는 200 이상의 층들을 포함한, 스택들에서의 임의의 수들의 레벨들/층들로 형성될 수 있다. 각각의 스택 층은 임의의 수의 단일 또는 쿼드 셀들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 각각의 스택 레벨/층은 레벨/층당 1 이상, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상, 8 이상, 9 이상, 10 이상, 12 이상, 14 이상, 16 이상, 20 이상, 25 이상, 30 이상, 36 이상, 40 이상, 50 이상, 또는 60 이상의 단일 셀들 또는 쿼드 셀들을 포함할 수 있다.

[0221] 몇몇 실시예들에서, 모듈은 최상부 트레이(804)를 포함할 수 있다. 상기 최상부 트레이는 전해질을 수용하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최상부 트레이에는 하나 이상의 셀들에 상기 전해질을 분배하도록 구성될 수 있다. 상기 최상부 트레이는 상기 셀들의 전해질 관리 시스템들과 유체 소통할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최상부 트레이에는 하나 이상의 셀들과 유체 소통할 수 있다. 상기 최상부 트레이에는 하나 이상의 돌출부들을 포함할 수 있다. 상기 하나 이상의 돌출부들은 상기 트레이 위의 커버를 위한 구조적 지지를 제공할 수 있다. 상기 최상부 트레이에는 하나 이상의 채널들 또는 홈들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최상부 트레이에는 기본적인 층들에 유체 소통하여 제공하는 하나 훌들 또는 통로들을 포함할 수 있다.

[0222] 모듈은 또한 최저부 트레이 또는 스키드(808)를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 최저부 트레이 또는 스키드는 상기 스택들 오버헤드로부터 오버플로우할 수 있는 전해질을 수집할 수 있다. 상기 최저부 트레이 또는 스키드는 상기 수집된 전해질을 포함할 수 있거나 그것을 다른 곳으로 전달할 수 있다.

[0223] 모듈식 설계는 최적화된 방식으로 다양한 표준 ISO 화물 컨테이너들에 맞도록 크래프트될 수 있다. 몇몇 실시예

들에서, 하우징은 ISO 화물 컨테이너일 수 있다. 상기 하우징은 약 20 ft(6.1 m), 40 ft(12.2 m), 45 ft(13.7 m), 48 ft(14.6 m), 및 53 ft(16.2 m)의 길이를 가질 수 있다. ISO 컨테이너는 약 8 피트의 폭을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 컨테이너는 약 9 ft 6 in(2.9 m) 또는 4-ft 3-in(1.3 m) 또는 8 ft 6 in(2.6 m)의 높이를 가질 수 있다. 모듈식 설계는 또한 항공 화물 컨테이너들과 같은, 임의의 다른 다양한 표준 컨테이너들에 맞게 크래프트될 수 있다. 상기 모듈식 설계는 기존에 존재하는 컨테이너들 또는 구조 내에 맞도록 상기 에너지 저장 시스템을 위한 유연성을 제공할 수 있다.

- [0224] 모듈식 설계는 완전한 HVAC 해결책으로서 절연된 컨테이너들에 부착된 기존의 냉동 및 공기 핸들링 장비를 이용할 수 있다.
- [0225] 종래의 냉각은 상기 엔클로저의 외부에 냉각 통풍구들을 적절히 위치시킴으로써 달성될 수 있다.
- [0226] 몇몇 실시예들에서, 배터리 시스템은 하나 이상의 배터리 모듈들, 하나 이상의 전해질 관리 시스템들, 및 하나 이상의 공기 냉각 어셈블리들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 배터리 모듈은 최상부 트레이, 최저부 트레이, 및 하나 이상의 셀 스택들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 셀들의 스택은 하나 이상의 층들 또는 레벨들의 셀들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 레벨들 또는 층들의 셀들은 단일 셀, 셀들의 쿼드, 복수의 셀들, 또는 셀들의 복수의 쿼드들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 층은 $m \times n$ 어레이의 셀들 또는 $m \times n$ 어레이의 쿼드들로 만들어질 수 있고, 여기에서 m 및/또는 n 은 이에 제한되지 않지만, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 이상을 포함하는, 1 이상의 임의의 범자연수로부터 선택될 수 있다. 각각의 모듈은 전해질 관리 시스템의 하나 이상의 부분들을 통합할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 쿼드는 전해질 관리 시스템의 하나 이상의 부분들을 공유할 수 있다.
- [0227] 몇몇 실시예들에서, 모듈은 50 kW/300 kWh 모듈일 수 있다. 다른 실시예들에서, 모듈은 임의의 다른 전력/에너지를 가질 수 있다. 예를 들면, 모듈은 10 kW 이상, 20 kW 이상, 30 kW 이상, 50 kW 이상, 70 kW 이상, 100 kW 이상, 200 kW 이상, 300 kW 이상, 500 kW 이상, 750 kW 이상, 1 MW 이상, 2 MW 이상, 3 MW 이상, 5 MW 이상, 10 MW 이상, 20 MW 이상, 50 MW 이상, 100 MW 이상, 200 MW 이상, 500 MW 이상, 또는 1000 MW 이상을 제공할 수 있다. 모듈은 또한 50 kWh 이상, 100 kWh 이상, 200 kWh 이상, 250 kWh 이상, 300 kWh 이상, 350 kWh 이상, 400 kWh 이상, 500 kWh 이상, 700 kWh 이상, 1 MWh 이상, 1.5 MWh 이상, 2 MWh 이상, 3 MWh 이상, 5 MWh 이상, 10 MWh 이상, 20 MWh 이상, 50 MWh 이상, 100 MWh 이상, 200 MWh 이상, 500 MWh 이상, 1000 MWh 이상, 2000 MWh 이상, 또는 5000 MWh 이상을 제공할 수 있다.
- [0228] 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 모듈들의 최저 부분들을 도시한다. 상기 최저 부분들은 셀들의 하나 이상의 층들/레벨들(836)을 포함할 수 있는 하나 이상의 스택들(820)을 포함할 수 있다. 상기 배터리 모듈은 셀들의 층들 아래에 배터리 스택 지지대(824)를 포함할 수 있다. 상기 스택 지지대는 하부 탱크(822) 아래에서 상기 스택을 지지할 수 있다. 상기 하부 탱크는 상기 스택들로부터 흐를 수 있는 전해질을 포함하도록 구성될 수 있다. 상기 스택 지지대는 상기 전해질이 상기 스택의 최저부에서의 공기 전극과 같은, 상기 스택들의 최저부를 접촉하는 것을 방지하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 스택 지지대는 전해질이 상기 스택의 최저부를 접촉하도록 허용할 수 있지만, 상기 하부 탱크의 부분들에 걸쳐 중단된 상기 스택 지지대를 유지하기 위해 지지대를 제공할 수 있다.
- [0229] 몇몇 실시예들에서, 열성형될 수 있는 상기 하부 전해질 저장 탱크는 전해질 오버플로우를 수신하고 상기 배터리 시스템 내에서 상기 전해질을 순환시키는 것을 도울 수 있다. 예를 들면, 상기 하부 탱크는 상기 전해질이 테스팅 탱크로, 그 후 상부 탱크로 향해지게 할 수 있고, 이것은 전해질을 하나 이상의 스택들로 분배할 수 있다. 상기 하부 탱크는 파이프들, 채널들, 또는 이 기술분야에 알려진 유체를 분배하기 위한 임의의 다른 통로를 포함할 수 있는 하나 이상의 유체 분배 부재들(826)에 유체 연결 방식으로 접속될 수 있다.
- [0230] 배터리 모듈 내의 스택(820)은 하나 이상의 층들 또는 레벨들(836)을 포함할 수 있다. 레벨 또는 층은 프레임(830)을 포함할 수 있다. 상기 프레임은 임의의 다른 방식으로 형성되거나 사출 성형될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 단일의 일체형으로 형성된 프레임은 층 또는 레벨당 제공될 수 있다. 다른 실시예들에서, 다수의 프레임들 또는 프레임들의 분리가능한 부분들은 층 또는 레벨당 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프레임은 전해질 관리 시스템(832)의 일부를 포함할 수 있다. 상기 전해질 관리 시스템은 상기 프레임 내에서 일체형으로 형성될 수 있다. 상기 프레임들의 층들이 수직으로 적층될 때, 상기 전해질 관리 시스템의 부분들은 수직으로 정렬될 수 있고 전해질이 상기 층들 내에서 상기 셀들(834)로 분배되도록 허용할 수 있다.
- [0231] 셀(834)은 프레임(830)에 의해 둘러싸이는 것처럼 형성되고 전극(828)에 의해 지지될 수 있다. 바람직한 실시예

들에서, 상기 셀의 최저 부분을 형성하는 상기 전극의 표면은 금속 전극일 수 있다. 전해질은 상기 셀로 흐를 수 있고 상기 전극에 의해 지원되고 상기 프레임에 의해 포함될 수 있다. 전해질의 임의의 오버플로우는 상기 전해질 관리 시스템(832)으로 흐를 수 있고 아래에 놓인 셀로 분배될 수 있거나, 상기 하부 탱크(822)까지 내내 흐를 수 있다.

[0232] 도 8c는 배터리 시스템에서의 복수의 배터리 모듈들을 도시한다. 몇몇 실시예들에서, 배터리 시스템은 플로어(840) 또는 베이스 또는 하나 이상의 벽들(842) 또는 커버링들을 포함할 수 있는 하우징을 포함할 수 있다. 이전에 언급된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서, 하우징은 운송 컨테이너와 같은, 표준 컨테이너일 수 있다.

[0233] 배터리 시스템은 전해질 관리 시스템을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전해질 관리 시스템은 상기 시스템 또는 저장소 내에서 전해질의 순환 또는 중발이 발생할 때 일관된 전해질 혼합을 보장하기 위해 물의 공급을 도울 수 있는 하나 이상의 탱크들(844a, 844b)을 포함할 수 있다. 이들 탱크들은 상기 시스템 내에서 전해질을 필터링하는 것을 도울 수 있거나 상기 시스템 내에서 상기 전해질에 첨가물들을 제공하는 것을 도울 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 펌프들, 밸브들, 또는 양의 압력 원, 또는 음의 압력원과 같은 압력 차이들은 상기 전해질 시스템 내에서 이용될 수 있고, 그에 의해 전해질 순환을 돋는다. 몇몇 실시예들에서, 상기 탱크는 상기 시스템으로부터 입구 및/또는 출구를 가질 수 있다. 상기 입구 및/또는 출구는 폐기물 또는 필터링된 재료를 제거하고, 첨가물들을 제공하고, 가스들 또는 과도 유체를 통기하거나, 상기 시스템으로 신선한 유체를 제공하기 위해 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 전해질 전도 부재들(846)은 배터리 시스템 내에 제공될 수 있다. 상기 전해질 전도 부재는 파이프, 채널, 또는 직접 또는 매니폴드를 통해 탱크로부터 스택들의 상부 탱크들로 유체를 전송할 수 있는 임의의 다른 어셈블리일 수 있다. 상기 전해질 전도 부재들은 탱크(844a, 844b)로부터 하나 이상의 모듈들(850)로 전해질을 전달할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전해질은 상부 트레이 또는 상기 모듈의 탱크로 전달될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전해질 전도 부재들은 모듈로부터 탱크(844a, 844b)로 전해질을 전달하기 위해 이용될 수 있다. 상기 전해질 전도 부재는 최저부 트레이 또는 모듈의 탱크로부터 탱크(844a, 844b)로 전달할 수 있다.

[0234] 상기 배터리 시스템은 기류 어셈블리를 포함할 수 있다. 상기 기류 어셈블리는 공기가 상기 배터리 시스템 내에서 순환되게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 기류 어셈블리는 공기가 상기 모듈들 내에서 흐르게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 기류 어셈블리는 공기가 상기 셀들 사이의 공기 터널들에서 흐르게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 공기 터널들은 스택의 각 층 사이에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 기류 터널들은 수평으로 배향될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 기류 터널들은 수직으로 수평으로 배향될 수 있고/있거나 약간의 기울기(예로서, 1 내지 5 도들)를 가질 수 있다. 기류 어셈블리는 팬, 펌프, 양의 압력원 또는 음의 압력 원과 같은 압력 차이, 또는 공기를 흐르게 할 수 있는 임의의 다른 어셈블리를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 기류 어셈블리는 하나 이상의 모듈들의 터널들 내에서 공기가 흐르게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상이한 모듈들의 터널들 사이에서 흐를 수 있다. 셀들은 공기 터널들이 인접한 셀들 및/또는 인접한 모듈들 사이에서 계속해서 형성될 있도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 터널에서의 단절들(breaks)이 셀들 사이에서 및/또는 모듈들 사이에서 발생할 수 있다.

[0235] 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 시스템은 또한 하나 이상의 인버터 뱅크들(848)을 포함할 수 있다. 상기 인버터 뱅크는 DC를 AC 전력으로 변환할 수 있다.

[0236] 도 8d는 복수의 배터리 모듈들을 포함한 배터리 시스템의 상면도를 도시한다. 이전에 설명된 바와 같이, 하우징은 상기 배터리 시스템을 위해 제공될 수 있다. 상기 하우징은 플로어(860) 및/또는 벽들 또는 천장을 포함할 수 있는 커버링 또는 도어(862)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 탱크들(864) 또는 파이프와 같은 전해질 전도 부재(866)가 제공될 수 있다. 상기 전해질 전도 부재는 하나 이상의 모듈들(870)과 상기 탱크를 유체 연결 방식으로 접속할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 모듈은 상기 전해질 전도 부재를 통해 상기 탱크에 직접 유체 연결 방식으로 접속될 수 있다. 몇몇 다른 실시예들에서, 하나 이상의 모듈들은 다른 모듈들을 통해 상기 탱크에 간접적으로 접속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전해질 전도 부재는 상기 모듈의 최상부에서 하나 이상의 모듈들에 접속될 수 있다. 상기 전해질 전도 부재는 하나 이상의 모듈들의 최상부 트레이에 전해질을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0237] 임의의 수의 모듈들(870)이 배터리 시스템 내에 제공될 수 있다. 예를 들면, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 이상의 모듈들이 배터리 시스템 내에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 배터리 시스템은 1MW, 6시간 에너지 저장 컨테이너일 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 배터리 시스템은 100 kW, 200 kW, 300 kW, 500 kW, 700 kW, 1 MW, 2 MW, 3 MW,

5 MW, 7 MW, 10 MW, 15 MW, 20 MW, 30 MW 이상의 시스템일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 시스템은 1 시간, 2 시간, 3 시간, 4 시간, 5 시간, 6 시간, 7 시간, 8 시간, 9 시간, 10 시간, 11 시간, 12 시간, 13 시간, 14 시간, 15 시간 이상 시스템일 수 있다.

- [0238] 몇몇 실시예들에서, 표준 모듈에 대해, 다음의 특성들 중 하나 이상이 이용될 수 있다: 상기 시스템은 500k 내지 2 MW, 2 내지 12 MWH와 같은 특징들을 가질 수 있고, 상기 시스템은 저 비용을 가질 것임이 예상된다. 이러한 특징들은 단지 예로서 제공되고 본 발명을 제한하지 않는다.
- [0239] 상기 모듈들은 상기 배터리 시스템 내에서 임의의 구성을 가질 수 있다. 예를 들면, 모듈들의 하나 이상의 로우들 및/또는 컬럼들이 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 모듈들이 어레이가 제공될 수 있다. 예를 들면, 2개의 로우들의 12개의 모듈들 각각이 제공될 수 있다.
- [0240] 몇몇 실시예들에서, 전해질 전도 부재는 각각의 모듈을 건너뛸 수 있는 파이프일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 파이프는 상기 모듈의 최상부에서 각각의 모듈과 유체 통신할 수 있다. 상기 파이프는 각각의 모듈의 상부 트레이에 전해질을 전달할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 파이프는 제 1 로우의 모듈들 위에서 직선 파이프로서 전달할 수 있고, 그 후 구부려지고 회전하고 제 2 로우의 모듈들 위에서 직선 파이프로서 전달할 수 있다. 대안적으로, 상기 파이프는 임의의 다른 구부려지거나 지그재그 구성을 가질 수 있다.
- [0241] 몇몇 실시예들에서, 상기 배터리 시스템은 또한 하나 이상의 인버터 뱅크들(868)을 포함할 수 있다. 상기 인버터 뱅크는 DC를 AC 전력으로 변환할 수 있다.
- [0242] 도 8e는 기류 어셈블리를 포함한 배터리 시스템의 일 예를 도시한다. 배터리 어셈블리는 전단부 및 후단부를 가진 컨테이너를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컨테이너는 단열되고/단열되거나 절연될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컨테이너는 이전에 설명된 바와 같은, 표준 컨테이너 또는 냉동 컨테이너(reefer container)일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컨테이너는 약 40 피트 길이일 수 있다.
- [0243] 하나 이상의 모듈들이 상기 컨테이너 내에 포함될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 최대 36개의 모듈들이 상기 컨테이너 내에 제공될 수 있다. 상기 모듈들은 각각의 로우가 12개의 모듈들을 갖는, 2개의 로우들의 모듈들이 제공되도록 상기 컨테이너에 배치될 수 있다. 따라서, 배터리 시스템은 깊이가 12 모듈들이고 폭이 2 모듈들인 배열을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 1800 쿼드 셀들이 모듈당 제공될 수 있다. 모듈은 높이가 120 셀들(예로서, 120개의 층들 또는 레벨들을 갖는)일 수 있고 층 또는 레벨당 15개의 쿼드 셀들을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 배터리 시스템은 총 약 50000개의 쿼드 셀들을 가질 수 있다.
- [0244] 도 8e는 기류 어셈블리의 일 예를 제공한다. 기류 어셈블리는 컨테이너 내에 제공될 수 있다. 상기 컨테이너(A)이 플로어는 t-바들, 훔들, 채널들, 돌출부들, 릿지들, 또는 다른 형상들을 포함할 수 있다. 하부 기류 매니폴드(B)가 제공될 수 있거나 T-플로어링은 몇몇 냉동 컨테이너들에서 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 하부 매니폴드에서의 공기는 측면으로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 기류 어셈블리의 중심 통로(C)를 향해 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 중심 통로에서 증가할 수 있다. 하나 이상의 공기 터널들(D)이 하나 이상의 모듈들을 위해 제공될 수 있다. 상기 공기 터널은 수평 배향을 가질 수 있다. 상기 공기 터널들은 셀들의 중심 전극들의 일부로서 제공될 수 있다. 공기는 상기 중심 통로로부터 셀들 사이에서 측면으로 공기를 채널링하는 하나 이상의 공기 터널들로 흐를 수 있다.
- [0245] 공기 터널(D)로부터, 공기는 주변 통로(E)로 측면으로 흐를 수 있다. 하나 이상의 주변 통로들이 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 두 개의 주변 통로들(E, F)이 제공될 수 있다. 공기는 상기 주변 통로들을 향해 증가할 수 있다. 주변 통로는 모듈(K) 및 컨테이너 벽(I) 사이에서 제공될 수 있다. 몇몇 팬 또는 공기 순환 또는 차단 시스템 실시예들에서, 상부 공기 매니폴드(H)는 상부 공기 매니폴드 케이싱(G)을 갖출 수 있다. 상기 상부 공기 매니폴드는 상기 주변 통로들로부터 공기를 수용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 차단기(J)는 공기가 상기 중심 통로로부터 상기 상부 공기 매니폴드로 직접 올라가는 것을 방지하기 위해 제공될 수 있다. 이것은 상기 공기의 일부가 상기 공기 터널들로 흐르게 할 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 몇몇 공기는 상기 중심 통로로부터 상기 상부 매니폴드로 올라갈 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 상부 공기 매니폴드를 따라 길게 흐를 수 있다. 예를 들면, 공기는 상기 유틸리티 면적을 가진 상기 컨테이너의 측면으로부터 상기 컨테이너의 다른 단부로 흐를 수 있다.
- [0246] 도 8f는 기류 어셈블리의 부가적인 뷰를 제공한다. 기류 어셈블리는 컨테이너 내에 제공될 수 있다. 상기 컨테이너(A)의 플로어는 t-바들, 훔들, 채널들, 돌출부들, 릿지들, 또는 다른 형상들을 포함할 수 있다. 공기는 상기 플로어 특징들 사이의 플로어 상에 제공된 공간들을 따라 흐를 수 있다. 하부 기류 통로 또는 터널(B)이 제

공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 하부 통로에서의 공기는 측면으로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 기류 어셈블리의 중심 통로(C)를 향해 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 중심 통로에서 증가할 수 있다. 하나 이상의 공기 터널들(D)이 하나 이상의 모듈들을 위해 제공될 수 있다. 상기 공기 터널은 수평 배향을 가질 수 있다. 상기 공기 터널들은 셀들의 중심 전극들의 일부로서 제공될 수 있다. 공기는 상기 중심 통로로부터 셀들 사이에서 측면으로 공기를 채널링하는 하나 이상의 공기 터널들로 흐를 수 있다.

[0247] 공기 터널(D)로부터, 공기는 주변 통로(E)로 측면으로 흐를 수 있다. 하나 이상의 주변 통로들이 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 두 개의 주변 통로들이 제공될 수 있다. 공기는 주변 통로들을 따라 증가할 수 있다. 주변 통로는 모듈 및 컨테이너 벽(I) 사이에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상부 공기 매니폴드(J)가 상부 공기 매니폴드 케이싱을 갖출 수 있다. 상기 상부 공기 매니폴드는 상기 주변 통로들로부터 공기를 수용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 차단기(H)는 공기가 상기 중심 통로로부터 상기 상부 공기 매니폴드로 직접 올라가는 것을 방지하기 위해 제공될 수 있다. 이것은 상기 공기의 일부가 상기 공기 터널들로 흐르게 할 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 몇몇 공기는 상기 중심 통로로부터 상기 상부 매니폴드로 올라갈 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 상부 공기 매니폴드를 따라 길게 흐를 수 있다. 예를 들면, 공기는 상기 유틸리티 면적을 가진 상기 컨테이너의 측면으로부터 상기 컨테이너의 다른 단부로 흐를 수 있다.

[0248] 상부 전해질 공급 탱크(G)가 모듈의 일부로서 제공될 수 있다. 하부 전해질 수용 탱크(F)가 또한 상기 모듈의 일부로서 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컨테이너(I)는 표면(K)에 놓일 수 있다.

[0249] 몇몇 실시예들에서, 공급 공기는 플로어 및 하부 매니폴드를 통해 제공된 공기일 수 있다. 상기 공급 공기는 그 후 상기 중심 통로를 통해 올라가고 상기 공기 터널들을 통해 흐를 수 있다. 리턴 공기는 상기 주변 통로들을 바로 통과할 수 있고 상기 상부 매니폴드를 통해 흐를 수 있다. 본 발명의 대안적인 실시예들에서, 공기는 다른 방향들로 흐를 수 있다(예로서, 상기 상부 매니폴드로부터 공급될 수 있고 공기 터널들을 통해 반대 방향들로 흐를 수 있다).

[0250] 도 8g는 기류 구성의 대안적인 예를 도시한다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 컨테이너를 따라 길게 흐를 수 있고 측면으로 나눌 필요가 없다. 상기 공기는 상기 컨테이너를 따라 길게 다시 순환되거나 순환되지 않을 수 있다.

[0251] 몇몇 실시예들에서, 상기 모듈들은 상기 컨테이너의 플로어 상에 배치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컨테이너의 플로어는 플로어 T-바를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 플로어는 하나 이상의 홈들, 채널들, 슬롯들, 돌출부들, 또는 릿지들을 가질 수 있고, 이것은 상기 모듈들 아래에 공간을 제공하면서 상기 모듈들을 지지할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기는 상기 모듈들 아래에서의 상기 공간 내에 흐를 수 있다. 이것은 온도 조절을 도울 수 있다.

[0252] 몇몇 실시예들에서, 유틸리티 면적은 상기 컨테이너 내에서 상기 모듈들에 인접하여 제공될 수 있다. 예를 들면, 모듈들은 6×7 피트 유틸리티 면적을 제공하기 위해 컨테이너 내에 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이용자는 상기 유틸리티 면적을 액세스할 수 있을 것이다. 상기 이용자는 상기 유틸리티 면적에서의 컨테이너에 들어갈 수 있을 것이다. 몇몇 실시예들에서, 상기 유틸리티 면적은 상기 컨테이너의 후방에 제공될 수 있다.

[0253] 몇몇 실시예들에서, 플리넘(plenum)이 컨테이너 내에 제공될 수 있다. 상기 플리넘은 상기 전단부에서의 상기 컨테이너의 벽으로부터 돌출될 수 있다. 상기 플리넘은 곡선으로 이루어지고 약 중간에서 모듈을 만날 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 공기 공급은 상기 플리넘의 일 부분에 제공될 수 있고 공기 유입구가 상기 플리넘의 다른 부분에 제공될 수 있다. 예를 들면, 공기 공급은 상기 플리넘의 밑면에 제공될 수 있고 공기 유입구는 상기 플리넘의 상부 부분에 제공될 수 있고, 그 역 또한 마찬가지이다. 몇몇 실시예들에서, 상기 공기 공급은 차가운, 차리 공기를 포함할 수 있다. 상기 공기 공급은 상기 플리넘의 공급 측 상에 제공된 상기 모듈들을 통해 제 1 수평 방향으로 흐를 수 있다. 예를 들면, 상기 공기 공급이 상기 플리نعم의 밑면상에 제공된다면, 상기 공기는 상기 모듈들의 하반부를 통해 수평으로 제 1 방향에서 흐를 수 있다. 상기 공기는 상기 모듈들의 하나 이상의 공기 터널들을 통해 흐를 수 있다.

[0254] 상기 공기가 상기 컨테이너의 다른 단부에서의 유틸리티 면적에 도달할 때, 상기 공기는 상기 모듈들의 다른 부분으로 이동할 수 있다. 예를 들면, 상기 공기는 상기 모듈들의 상반부로 올라가고 상기 플리نعم의 상부 부분을 향해 다시 제 2 방향으로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제 2 방향은 수평일 수 있고/있거나 제 1 방향에 반대일 수 있다. 상기 공기는 상기 플리نعم의 상부 부분에서의 리턴 공기 유입구에 도달할 수 있다. 상기 플리نعم은 상기 컨테이너의 전단부에 제공될 수 있다. 대안적으로, 상기 공기는 다시 순환시킬 필요가 없으며 상기 컨

테이너의 유틸리티 면적 측에서의 유입구에 의해 수용될 수 있다. 상기 컨테이너의 상기 유틸리티 면적 측은 제1 공기 공급으로 다시 흐를 수 있는 제2 공기 공급을 제공하거나 제공하지 않을 수 있다. 캐리어 유닛은 또한 상기 컨테이너의 전단부에 제공될 수 있다. 상기 캐리어 유닛은 상기 공기 유입구를 수용할 수 있고 그것을 냉각시킬 수 있고, 상기 공기의 온도를 변경하고/변경하거나 유지할 수 있고, 상기 공기를 필터링할 수 있고/있거나 상기 공기의 구성을 변경하거나 유지할 수 있다.

[0255] 플랜트 구성들의 균형

[0256] A. 전해질 순환 및 처리 시스템들

[0257] 이전에 설명되고 도 4a에 도시된 바와 같이, 여러 개의 구성요소들로 이루어진, 전해질 순환 및 처리 시스템이 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 플랜트(공기 및 물/전해질 관리 시스템)의 별개의 균형이 제공될 수 있다. 상기 전해질 순환 및 처리 시스템은 다음 중 하나 이상을 포함할 수 있다:

[0258] o 상기 시스템에 들어가기 전에 공급 물을 탈이온화하고 필터링하기 위한 디바이스.

[0259] o 탈이온화된 물을 가진 다른 화학 물질들 및 다양한 소금들을 도입하고 혼합하기 위한 화학적 탱크. 이것은 상기 전해질의 적어도 일부를 형성할 수 있다.

[0260] o 배터리 전해질을 측정하고 처리하는 탱크 또는 일련의 탱크들.

[0261] o 상기 배터리 시스템 전체에 걸쳐 전해질을 분배하는 펌프 또는 일련의 펌프들.

[0262] o 상기 시스템의 동작의 총 전해질 볼륨, 밀도, 온도, pH 레벨들 및 다른 측정치들을 측정하고 모니터링하는 다양한 센서들.

[0263] o 상기 배터리로 및 그로부터 액체 전해질을 분배하는 공급 및 리턴 라인들.

[0264] o 액체 전해질의 흐름을 제어하기 위한 그리고 제어 박스로부터 전기적 접속들을 제어하기 위한 다양한 센서들 및 밸브들.

[0265] 도 8h는 컨테이너 내에서의 배터리 시스템의 일 예를 제공한다. 하나 이상의 탱크(예로서, 처리/유지 탱크, 전해질 탱크)가 제공될 수 있고 유체 커넥터들 및 밸브들을 통해 하나 이상의 모듈들에 접속될 수 있다. 예를 들면, 전해질은 매니폴드를 통해 제공될 수 있고 그 후 상기 시스템 내에서 상기 모듈들의 각각에 전해질을 전달하는 별개의 유체 커넥터들로 개별적으로 분할될 수 있다. 예를 들면, 상기 시스템 내에서의 모듈의 각각의 상부 탱크는 상기 매니폴드와 유체 소통할 수 있고 그로부터 유체를 수용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 이용자 인터페이스가 제공될 수 있다.

[0266] 몇몇 실시예들에서, 공기 밀봉 파티션이 상기 모듈들 및 상기 컨테이너의 나머지 사이에 제공될 수 있다. 예를 들면, 운영자 또는 다른 이용자가 액세스할 수 있는 서비스 또는 유틸리티 면적이 제공될 수 있다. 예를 들면, 운영자 또는 다른 이용자가 들어갈 수 있는 서비스 통로가 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 서비스 또는 유틸리티 면적은 상기 탱크들, 이용자 인터페이스, 또는 전자 제어들을 포함할 수 있다. 하나의 예에서, 상기 공기 밀봉 파티션은 상기 모듈들로부터 상기 서비스 또는 유틸리티 면적을 분리할 수 있다.

[0267] B. 공기 순환 및 조절 시스템들

[0268] 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연된 화물 컨테이너 및 HVAC 머신 이용의 일 예를 도시한다. 에너지 저장 시스템은 여러 개의 구성요소들로 이루어진 공기 순환 및 조절 시스템을 포함할 수 있다. 도 8e는 공기 순환 시스템의 일 예를 제공한다.

[0269] 일련의 기류 플리넘들은 셀들 사이에서 공기의 흐름을 제어하고 고르게 분배하기 위해 제공될 수 있다. 강제된 공기 냉각은 특히 양호한 내부 열 싱크들 및 플리넘 스타일 엔클러서 설계들과 결합될 때 대류보다 더 효율적일 수 있다. 가열된 공기는 또한 통기구들을 통해 상기 엔클로저로 냉각기 공기를 끌어들일 수 있는 팬들 또는 송풍기들에 의해 장비 엔클로저들로부터 제거될 수 있다. 냉각 요건들에 의존하여, 공기의 저-고 볼륨들이 상기 엔클로저를 통해 이동될 수 있다.

[0270] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 온도 센서들이 제공될 수 있다. 상기 온도 센서에 의해 검출된 온도에 기초하여, 상기 팬들 또는 송풍기들이 기류의 속도를 제어하기 위해 변경되고/변경되거나 유지될 수 있다. 상기 배터리를 통해 공기를 강제시키는 팬 시스템이 제공될 수 있다.

[0271] 상기 시스템은 원치 않은 오염물을 필터링하면서 산소를 도입하기 위해 신선한 공기 구성 및 여과 시스템을 포

함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 주위 공기보다 더 높은 산소 함유량을 갖는 것이 바람직할 수 있다.

- [0272] 상기 배터리 하우징 내에 공기 온도를 측정하고 제어하는 HVAC 시스템이 제공될 수 있다.
- [0273] 상기 시스템은 또한 상기 배터리 하우징 내에서 공기를 가습 또는 탈습하는 습도 제어 시스템을 포함할 수 있다. 하나 이상의 습도 센서들이 제공될 수 있다. 상기 습도 제어 시스템은 상기 습도 센서들로부터의 측정치들에 기초하여 상기 공기의 습도를 변경하고/변경하거나 유지할 수 있다.
- [0274] 몇몇 실시예들에서, 다양한 다른 시스템들과 통신하는 일련의 센서들이 제공될 수 있다.
- [0275] C. 전기적 접속성 및 관리
- [0276] 상기 배터리 내에서 전력의 흐름을 용이하게 하고, 상기 배터리 및 전력망 또는 다른 전원 사이에서 전력을 분배하는 전기적 시스템이 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 전기적 시스템은 상기 배터리 및 상기 전력망 또는 다른 전원 또는 싱크 사이에서 전력의 흐름을 제공할지의 여부를 결정할 수 있다. 상기 전기적 시스템은 상기 배터리 및 상기 전원 또는 싱크 사이에서 전력 흐름의 방향 및/또는 양을 결정할 수 있다.
- [0277] D. 측정 및 제어 시스템들
- [0278] 집중화된 측정 시스템이 컴퓨터화된 제어 시스템에 접속되는 다양한 센서들로 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 하나 이상의 프로세서들 및 메모리를 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 상기 다양한 센서들로부터 수집된 측정치들을 수집할 수 있다. 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 상기 측정치들에 기초하여 하나 이상의 계산들을 수행할 수 있다. 임의의 알고리즘, 계산, 또는 다른 단계들이 이러한 단계들을 수행하기 위한 코드, 로직, 지시들을 포함할 수 있는 유형의 컴퓨터 판독가능한 미디어를 이용하여 구현될 수 있다. 이러한 컴퓨터 판독가능한 미디어는 메모리에 저장될 수 있다. 하나 이상의 프로세서들은 이러한 메모리를 액세스하고 여기에서의 상기 단계들을 시행할 수 있다.
- [0279] 컴퓨터화된 제어 시스템은 다양한 다른 기계적 시스템들에 접속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 동작을 수행하도록 하나 이상의 기계적 시스템들에 지시할 수 있다. 예를 들면, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 보다 큰 볼륨의 전해질을 최상부 트레이에 펌핑하도록 펌프에 지시할 수 있다. 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 하나 이상의 밸브들에 지시할 수 있고, 이것은 상기 복수의 모듈들 사이에서 상기 전해질의 분배에 영향을 미칠 수 있다. 또 다른 예에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 팬이 보다 느린 속도로 송풍하게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 하나 이상의 센서들로부터 수신된 측정치들에 기초하여 하나 이상의 지시들을 발행할 수 있다. 임의의 지시들은 유선 접속을 통해 또는 무선으로 제어기에 의해 제공될 수 있다.
- [0280] 컴퓨터화된 제어 시스템은 전화기 및/또는 셀룰러 통신 네트워크들에 접속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 컴퓨터와 같은, 프로세싱 디바이스를 포함할 수 있다. 프로세싱 디바이스의 임의의 논의, 또는 임의의 특정 유형의 프로세싱 디바이스는 이에 제한되지 않지만, 개인용 컴퓨터, 서버 컴퓨터, 또는 랩톱 컴퓨터; 팜-기반 디바이스 또는 윈도우즈 디바이스와 같은 개인 휴대용 정보 단말기들(PDA들); 셀룰러 전화기들 또는 위치-인식 휴대용 전화기들(GPS와 같은)과 같은 전화기들; 네트워크-접속된 로밍 디바이스와 같은 로밍 디바이스; 무선 이메일 디바이스 또는 컴퓨터 네트워크와 무선으로 통신할 수 있는 다른 디바이스와 같은 무선 디바이스 또는 네트워크를 통해 통신하고 전자 트랜잭션들을 처리할 수 있는 임의의 다른 유형의 네트워크 디바이스를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 다수의 디바이스들을 포함할 수 있다. 몇몇 인스턴스들에서, 상기 컴퓨터화된 제어 시스템은 클라이언트-서버 아키텍처를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프로세싱 디바이스는 특히 하나 이상의 단계들 또는 계산들을 수행하거나 임의의 알고리즘을 수행하도록 프로그래밍될 수 있다. 컴퓨터화된 제어 시스템은 이에 제한되지 않지만, 셀룰러 통신 네트워크들, 다른 전화 네트워크들, 근거리 네트워크(LAN) 또는 광역 네트워크(인터넷과 같은)를 포함한 임의의 네트워크를 통해 통신할 수 있다. 임의의 통신들은 유선 접속 및/또는 무선 접속을 통해 제공될 수 있다.
- [0281] 몇몇 실시예들에서, 이용자는 상기 컴퓨터화된 제어 시스템과 상호작용할 수 있다. 상기 이용자는 상기 컴퓨터화된 제어 시스템에 떨어져 있을 수 있고, 네트워크를 통해 상기 컴퓨터화된 제어 시스템과 통신할 수 있다. 대안적으로, 상기 이용자는 상기 컴퓨터화된 제어 시스템의 이용자 인터페이스에서 국소적으로 접속될 수 있다.
- [0282] E. 환경적 설치 및 하우징 구성들
- [0283] 일반적으로, 모듈식 배터리들 및 그것의 시스템들은 크기, 볼륨, 또는 치수가 제한되지 않는다. 공통의 산업적 케비넷들, 컨테이너들, 빌딩들 및 다른 구조들이 상기 배터리 및 그것의 시스템들을 하우징하기 위해 구성될 수

있다.

[0284] 상기 배터리 및 그것의 지원 시스템들은 이동 및 고정 구성을 위해 구성될 수 있다. 예를 들면, 상기 배터리 및 그것의 지원 시스템들은 예로서 빌딩들, 운송 컨테이너들, 선박들 및 자동차들에 제공될 수 있다.

연료 전지 구성

[0286] 본 발명의 몇몇 실시예들에 따르면, 다른 곳에서 설명된 에너지 저장 시스템이 연로 전지 구성에 이용될 수 있다. 연료 전지 구성에서, 각각의 셀은 전해질의 전달 또는 투입을 위한 공급 입구 및 배수 출구에 의해 지원될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그것은 중력-기반 흐름 배터리의 전해질 전달 시스템을 이용할 수 있다. 예를 들면, 공급 입구는 셀 위에 제공될 수 있고 배수 출구는 상기 셀 아래에 제공될 수 있다. 다른 실시예들에서, 셀들의 그룹들(예로서, 퀘드들 또는 층들)은 공급 입구 및 배수 출구에 의해 지원될 수 있다.

[0287] 연료 전지 구성은 원격의 편리한 전달 또는 투입 포트를 통해 고갈된 전해질을 제거하고 새로운 전해질을 부가하는 메커니즘들을 제공할 수 있다.

시장 채택 및 적응화 시나리오들

[0289] 여기에서 다른 곳에 논의된 실시예들을 포함할 수 있는, 에너지 저장 시스템이 유리하게는 그린 발전기들에 대해 이용될 수 있다. 그린 발전기들의 예들은 풍력 발전 지역들, 솔러 팜들, 또는 조수 팜들을 포함할 수 있다. 에너지 저장 시스템은 또한 화석 연료 증기 발생 장치들 또는 핵 발전기들과 같은, 종래의 발전기들에 대해 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 저장 시스템은 발전기로부터 에너지를 저장할 수 있다. 다른 실시예들에서, 그것은 발전기에 의해 생성된 에너지를 보충 또는 시프트할 수 있을 것이다.

[0290] 에너지 저장 시스템은 전력 분배에서 이용될 수 있다. 예를 들면, 그것은 지역적 전기 유틸리티들, 로컬 전기 유틸리티들, 원격 저장, 및 모바일 저장장치에 이용될 수 있다.

[0291] 에너지 저장 시스템은 또한 전력 저장, 관리 및 백업에서 애플리케이션들을 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 에너지 저장은 정부 및 군사 애플리케이션들, 상업적 및 산업적 애플리케이션들, 커뮤니티 및 기관 애플리케이션들, 주택지 및 개인 애플리케이션들(연료 전지 또는 배터리)을 위해 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 과도 에너지는 에너지 저장 시스템에 저장될 수 있고 필요할 때 이용될 수 있다. 에너지 저장 시스템은 교외 변전소들 또는 도시 지하층들에 위치되도록 에너지-밀집일 수 있다.

[0292] 전송 애플리케이션들이 상기 에너지 저장 시스템을 위해 제공될 수 있다. 예를 들면, 상기 에너지 저장 시스템은 기관차 및 레일에 동력을 공급하기 위해 이용될 수 있다. 상기 에너지 저장 시스템은 또한 화물 운송(지상 또는 수중)을 위해 이용될 수 있다. 상기 에너지 저장 시스템은 또한 대량 전송 및 버스 전송을 위해 이용될 수 있다. 예를 들면, 상기 에너지 저장 시스템은 대량 전송 차량 상에서 연료 전지 또는 배터리로서 제공될 수 있다. 유사하게는, 상기 에너지 저장 시스템은 자동차 애플리케이션들을 가질 수 있고, 자동차 차량을 위한 연료 전지 또는 배터리로서 제공될 수 있다. 바람직하게는, 차량에서의 상기 에너지 저장 시스템은 재충전가능할 수 있다.

납작해진, 4개의 면을 가진 피라미드 전지 설계는 변화하는 전해질 볼륨들을 보상한다

[0294] 재충전가능한 아연 공기 셀들에서, 전해질 볼륨들은 통상적으로 일정하지 않은 채로 있다. 전지 방전 동안, 아연 금속(비교적 높은 밀도를 가진)이 보다 낮은 밀도 아연 종들로 변환될 때, 전해질 볼륨들은 증가할 수 있다. 전지 충전 동안, 상기 역 반응이 발생하고 전해질 볼륨들은 감소할 수 있다. 전해질 볼륨들은 물 증발로 인해 또한 감소할 수 있다.

[0295] 전해질 볼륨들에서의 이들 변화들은 전지 성능에 악 영향을 미칠 수 있다. 전해질 볼륨들이 너무 낮아진다면, 금속 전극과 공기 전극 사이에 불충분한 전도 전해질이 존재할 수 있다. 이것은 차례로 전지 성능에 악 영향을 미칠 수 있는 전지 저항에서의 증가를 야기할 수 있다. 유사하게는, 전해질 볼륨들이 너무 증가한다면, 과도 전해질이 상기 공기 전극의 구멍들로 강제로 들어갈 수 있다. 전해질 관통 및 플로딩 공기 전극 구멍들은 산소 가스가 상기 구멍들 내부에서 쉽게 환산되는 것을(전기화학적으로 환원되는 것) 방지한다. 부가적으로, 상기 증가된 전해질 볼륨은 상기 공기 전극 상에 압력을 인가하고 상기 전극의 기계적 열화를 야기할 수 있다. 이것은 셀 성능이 열화되게 한다.

[0296] 동작 풀 배터리 스택에서 이들 일정하게 변화하는 전해질 볼륨들을 제어하는 것은 전해질 볼륨들에서의 변화들을 자동으로 보상할 수 있는 피드백 메커니즘을 가짐으로써 달성될 수 있다. 부가적인 전해질이 셀들에 의해 요

구될 때(예를 들면, 전해질 레벨들이 감소할 때 셀 충전 동안) 전해질은 저장소로부터 개개의 셀들로 느리게 떨어지도록 허용될 수 있다. 셀 방전 동안, 전해질 불륨들이 확대될 때, 셀들 내에서의 과도 전해질은 오버플로우 포트를 통해 저장을 위한 저장소로 우회될 수 있다.

[0297] 이전에 설명된 실시예들은 4개의 수평으로 위치된 셀들이 만나는 접합에 위치된 충진 포트 및 출구 포트를 포함하는 4-셀, 수평 설계를 포함할 수 있다. 이러한 빈 충진/출구 포트는 전해질이 필요할 때마다 개개의 셀들로 및 그 밖으로 떨어지도록 허용할 수 있다. 다수의 이들 4-셀 어셈블리들이 서로의 최상부 상에 적층될 때, 상부 4-셀 어셈블리의 충진/출구 포트는 하부 4-셀 어셈블리의 위에 정확히 배치될 수 있다. 이러한 식으로, 다수의 수직으로 적층된 4-셀 어셈블리들은 공통 저장소에 접속되는 공통의 충진/출구 포트를 공유할 수 있다.

[0298] 또 다른 수평 4 셀 설계는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 제공될 수 있다. 상기 수평 설계는 이러한 어셈블리에서의 각각의 셀이 상기 충진/출구 포트를 향해 위쪽으로(단지 한 측면 상에) 약간 경사지도록(기울어지도록) 4 셀 어셈블리를 어셈블리하는 것을 수반할 수 있다. 이것은 가스가 보다 쉽게 빠져 나오도록 허용함으로써 가스 방출을 물리적으로 보상할 수 있다.

[0299] 도 10은 수평 어셈블리에서 4개의 셀들(셀 1, 셀 2, 셀 3, 셀 4) 상에서의 상면도(아래를 보는)를 도시한다. 상기 셀들은 그것들이 공통 충진 및 출구 포트(0로 표시된)를 공유하도록 배치될 수 있다. 각각의 개개의 셀의 코너는 상기 0를 향해 위쪽으로 약간 기울어져 있다. 따라서, 0로부터 가장 면 각각의 개개의 셀의 코너는 아래쪽으로 기울어질 수 있다.

[0300] 이러한 설계를 가시화하기 위한 또 다른 방식은 통상적인 피라미드에서처럼 날카로운 상향 경사 대신에 4개의 면을 가진 피라미드(상기 피라미드의 최상부가 모든 4개의 셀들이 만나는 포인트일 것이다)로서 위치된 4개의 개개의 셀들을 이미징하는 것일 것이고, 이러한 피라미드는 경사각들이 수평으로부터 단지 1 내지 5 도일 때까지 납작해질 것이다. 상기 4-셀 어셈블리에서의 각각의 개개의 셀의 경사각은 이에 제한되지 않지만, 0.25도 이하, 0.5도 이하, 0.75도 이상, 1도 이하, 2도 이하, 3도 이하, 4도 이하, 5도 이하, 6도 이하, 7도 이하, 또는 10도 이하를 포함하는 임의의 값을 가질 수 있다. 바람직하게는, 각각의 셀은 동일한 각도로 기울어질 수 있지만, 다른 실시예들에서, 개개의 셀들은 다양한 각도들로 기울어질 수 있다. 이러한 납작해진, 4개의 면을 가진 피라미드 설계는 방전/충전 사이클들 동안 전해질 관리 및 가스 방출을 돋도록 의도된다.

[0301] 이것은 도 11b의 측면도에 도시된다. 여기에서, 스택 어셈블리에서의 상기 셀들(1150a, 1150b, 1150c)의 각각은 상기 충진 포트를 향해 수평으로부터 상향으로 약간 기울어질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 약 1.5도 기울기가 제공될 수 있다. 상부 물 탱크(1152)는 하나 이상의 배수 퓨브들(1154)을 가질 수 있다. 상기 배수 퓨브들은 제어된 양의 전해질이 상기 상부 물 탱크로부터 아래의 셀들로 흐르도록 허용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, $\frac{3}{4}$ " ID 배수 퓨브들이 제공될 수 있다.

[0302] 이러한 설계는 매니폴드(1158) 내에 하나 이상의 스페이서들(1156)을 포함할 수 있다. 이러한 매니폴드는 상기 상부 물 탱크 및 아래에 놓인 셀들 사이에 캡을 제공할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 스페이서는 상기 상부 물 탱크 및 개개의 셀들 사이에 캡을 유지하도록 도울 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 스페이서는 상기 셀들 및 상기 상부 물 탱크 사이에 지지대를 제공할 수 있다.

[0303] 하나 이상의 흐름 제어 특징부들(1166)이 상부 물 탱크로부터 아래에 놓인 셀들로 제공되는 전해질의 흐름 속도를 제어할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 흐름 제어 특징부는 돌출될 수 있거나 수직으로 정렬될 수 있다. 상기 흐름 제어 특징부는 전해질을 작은 방울들로 분해할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 흐름 제어 특징부는 전기적 접속이 상기 상부 물 탱크에서의 전해질 및 임의의 하나의 개개의 아래에 놓인 셀에서의 전해질 사이에 형성되는 것을 막을 수 있다. 흐름 제어 특징부로부터의 드롭은 아래에 놓인 셀에 의해 잡힐 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 아래에 놓인 셀들은 오버플로우 부분을 가진 포트를 가질 수 있다. 상기 흐름 제어 특징부들은 상기 오버플로우 부분 위에 수직으로 정렬될 수 있다. 상기 수직 정렬된 셀들의 포트들은 또한 수직으로 정렬될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 드롭은 상기 셀의 전해질 풀(1160)로 흐를 수 있다. 상부 셀로부터의 전해질은 아래에 놓인 셀로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 셀은 또한 아래에 놓인 셀들로 제공되는 전해질의 흐름을 제어할 수 있는 셀 흐름 제어 특징부(1164)를 가질 수 있다. 상기 셀 흐름 제어 특징부는 상기 전해질을 드롭들로 분해할 수 있고 전기적 접속이 상기 셀에서의 전해질 및 상기 아래에 놓인 셀에서의 전해질 사이에 형성되는 것을 방지할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 흐름 제어 특징부들은 셀들의 흐름 제어 특징부들과 위에서 및/또는 아래에서 실질적으로 수직 정렬할 수 있다. 대안적으로, 그것들은 스테거드 또는 다른 정렬을 가질 수 있다. 하나 이상의 기도들(1162)이 셀들 사이에 제공될 수 있다.

- [0304] 이전에 논의된 바와 같이, 개개의 셀들은 셀 수신 전해질의 부분이 위쪽으로 기울어질 수 있도록 기울어질 수 있다. 전해질은 상기 셀의 다른 단부를 향해 상기 전해질을 수용하는 셀의 부분으로부터 흐를 수 있다.
- [0305] 약간 기울어진 셀 배향은 셀들이 스택으로 어셈블리될 때 다수의 개별적인 이점들을 가진다. 제 1 이점은 일정한 그리고 재생가능한 셀 저항이 금속 전극과 공기 전극 사이에 여전히 유지된다는 것이다. 이것은 전해질 저항이 엄격한 제어하에 있도록 돋는다.
- [0306] 제 2 이점은 가스 버블 형성을 관리하는 것을 수반한다. 셀 충전 사이클들 동안, 물이 감소될 때마다, 산소 가스 버블들이 반드시 생성된다. 이러한 기울어진 전극 설계는 이를 생성된 가스 버블들이 상기 전극의 상부 부분 - 그것들이 그 후 안전하게 통기될 수 있는 전극 코너 가까이를 향해 쉽게 이송되게 허용할 수 있다. 하나의 측면으로 가스 버블들을 쉽게 이송하는 것은 전해질에서의 트랩핑된 가스 버블들로 인해 증가된 전해질 저항의 잠재적인 문제점을 제거한다. 기울어진 설계는 흐름 배터리 구성에서 가스 누출을 허용하고 슬러리 흐름을 용이하게 하기 위해 약간 각이 있을 수 있다.
- [0307] 제 3 이점은 충전 사이클들 동안(전해질이 저장소로부터 각각의 개개의 셀로 부가될 때) 기울어진 셀 설계가 부가된 전해질로 하여금 쉽게 들어가고 각각의 개개의 셀을 채우도록 허용한다는 것이다.
- [0308] 각각의 셀을 위한 경사각은 클 필요가 없다. 개개의 셀들의 경사 각들이 너무 가파르게 만들어진다면, 부가된 전해질은 상기 셀의 최저부를 향해 흐르며 상기 공기 전극들의 하부 부분을 플러딩할 것이 분명하다.
- [0309] 바람직한 경사각은 수평으로부터 단지 1 내지 5도의 범위 내에 있을 것이다. 이것은 전해질이 각각의 셀의 최저부에서 실질적으로 수집하지 않지만 생성된 임의의 가스 버블들이 우회되어 상기 어셈블리의 최상부 개구를 향해 오르며 쉽게 빠져나오도록 충분히 낮을 수 있다.
- [0310] 도 11a는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 시스템의 상면도의 일 예를 도시한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 에너지 저장 시스템은 셀을 통한 흐름과 같이 기능할 수 있다. 대안적으로, 그것은 셀을 통한 흐름으로서 기능할 필요가 없다. 상부 물 탱크를 플로어(1100)를 가질 수 있다. 배수 튜브(1102)가 제공되어, 전해질이 아래의 하나 이상의 셀들로 흐르도록 허용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 흐름 제어 특징부(1104)는 아래에 놓인 셀들로 전달하는 전해질의 흐름 속도를 제어하기 위해 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 흐름 제어 특징부는 전해질을 드롭들로 분해할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 흐름 제어 특징부는 각각의 아래에 놓인 셀을 위해 제공될 수 있다. 예를 들면, 4개의 수평으로 배향된 셀들(쿼드를 형성하는)이 공통 전해질 관리 시스템을 공유한다면, 4개의 흐름 제어 특징부들이 제공될 수 있다. 각각의 흐름 제어 특징부는 그것의 대응 셀 위에 돌출될 수 있다. 임의의 수의 흐름 제어 특징부들이 제공될 수 있고, 이것은 바로 아래의 층에서의 아래에 놓인 셀들의 수에 대응하거나 대응하지 않을 수 있다. 예를 들면, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 이상의 흐름 제어 특징부들이 제공될 수 있다.
- [0311] 쿼드 셀은 또한 셀을 향해 아래쪽으로 기울어질 수 있는 중심 부분을 가질 수 있다. 상기 중심 부분에 속할 수 있는 임의의 전해질은 아래쪽으로 및 아래에 놓인 셀로 흐를 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 상기 중심 부분은 사출 성형될 수 있다.
- [0312] 이 기술분야에 알려진 하나 이상의 특징들, 특성들, 구성요소들, 재료들, 또는 단계들이 본 발명 내에 포함될 수 있고, 그 역 또한 마찬가지이다. 그 전체적으로 참조로서 여기에 통합되는, 예로서, 미국 특허 번호 제4,168,349호, 미국 특허 번호 제4,463,067호, 미국 특허 번호 제5,126,218호, 미국 특허 번호 제7,582,385호, 미국 특허 번호 제7,314,685호, 미국 특허 번호 제5,716,726호, 미국 특허 번호 제4,842,963호, 미국 특허 번호 제4,038,458호, 미국 특허 번호 제5,242,763호, 미국 특허 번호 제5,306,579호, 미국 특허 번호 제6,235,418호, 미국 특허 공개 번호 제2006/0141340호, 미국 특허 공개 번호 제2008/0096061호, PCT 공개 번호 WO 2007/144357을 참조하자.
- [0313] 예
- [0314] 하나의 예에서, 테스트 셀이 제공될 것이다. 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 테스트 시간에 걸친 셀 전압의 일 예를 도시한다. 350000 초들의 테스트 시간은 시스템이 작동함을 보여주도록 제공되었다.
- [0315] 안정된 전압 범위는 초기 테스트 셀을 갖고 발생하였다. 상기 셀의 초기 버전에서 물리적 열화는 없었다. 예를 들면, 도 13에 도시된 바와 같이, 전압은 350000초 동안 비교적 안정된 채로 있었다. 대부분의 부분에 대해, 상기 전압은 0.9 및 2.1 볼트들 사이에서 사이클링된다.
- [0316] 특정 구현들이 도시되고 설명되었지만, 다양한 변경들이 이에 대해 이루어질 수 있고 여기에 고려된다는 것이

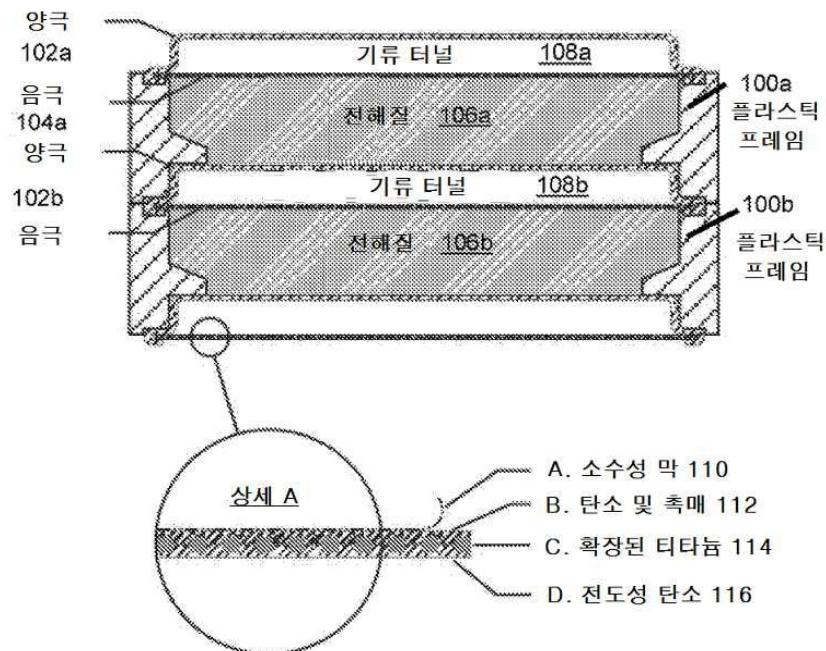
앞서 말한 것으로부터 이해되어야 한다. 본 발명이 명세서 내에 제공된 특정 예들에 의해 제한되는 것은 또한 의도되지 않는다. 본 발명은 앞서 언급된 명세서를 참조하여 설명되었지만, 여기에서의 바람직한 실시예들의 설명들 및 예시들이 제한된 의미로 해석되도록 의도되지 않는다. 더욱이, 본 발명의 모든 양태들은 다양한 조건들 및 변수들에 의존하는 여기에 제시된 특정 묘사들, 구성들 또는 상대적인 비율들에 제한되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 본 발명의 실시예들의 형태 및 상세에서의 다양한 변경들이 당업자들에게 명백할 것이다. 그러므로, 본 발명은 또한 임의의 이러한 변경들, 변화들 및 등가물들을 커버할 것임이 고려된다.

부호의 설명

- | | | |
|--------|--|---------------------|
| [0317] | 100a, 100b, 200a, 200b, 500a ~ 500d: 플라스틱 프레임
102a, 102b, 202a, 202b, 304, 704a ~ 704e, 886: 공기 전극
104a, 104b, 204a, 204b, 302, 702a ~ 702d, 884: 금속 전극
108a, 108b, 208a, 208b: 기류 터널 | 110: 소수성 막 |
| | 504a ~ 504g, 600a ~ 600e, 802, 806: 셀 | |
| | 506: 집중화 전해질 관리 시스템 | |
| | 700a ~ 700d: 프레임 부재 | |
| | 800a ~ 800c, 850, 870: 모듈 | 802: 하우징 |
| | 804: 최상부 트레이 | |
| | 808: 최저부 트레이 또는 스키드 | 820: 스택 |
| | 822: 하부 탱크 | 824: 스택 지지대 |
| | 832: 전해질 관리 시스템 | 844a, 844b, 864: 탱크 |
| | 848, 868: 인버터 백크 | 862: 커버링 또는 도어 |
| | 890: 공기 터널 | |
| | 892: 전해질 분배 이셈블리 | 896: 오버플로우 립 |
| | 898: 셀프 | |
| | 902: 공통 전해질 관리 시스템 | 1152: 상부 물 탱크 |
| | 1156: 스페이서 | |
| | 1104, 1164, 1166: 흐름 제어 특징부 | |

도면

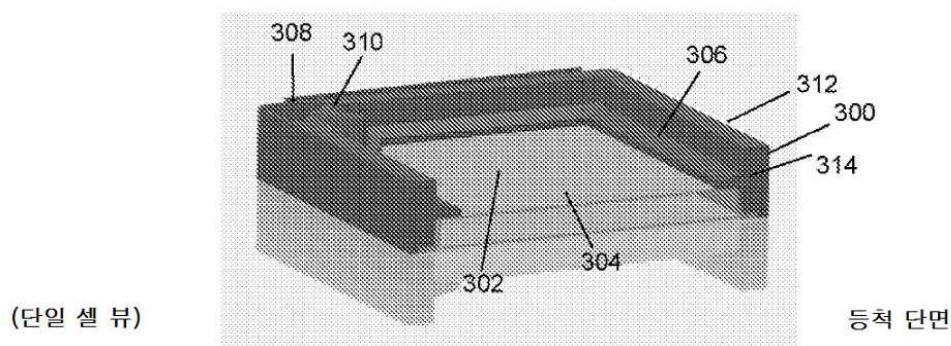
도면1



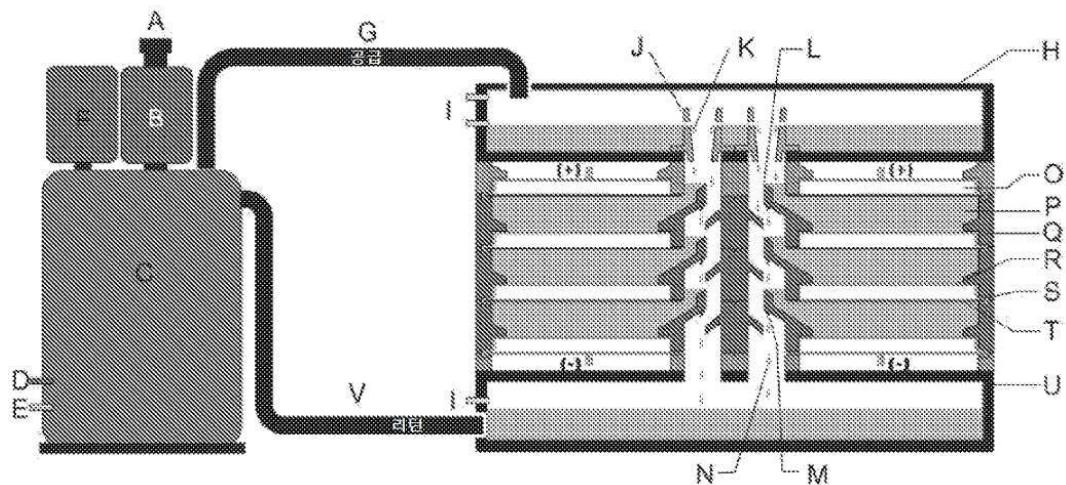
도면2



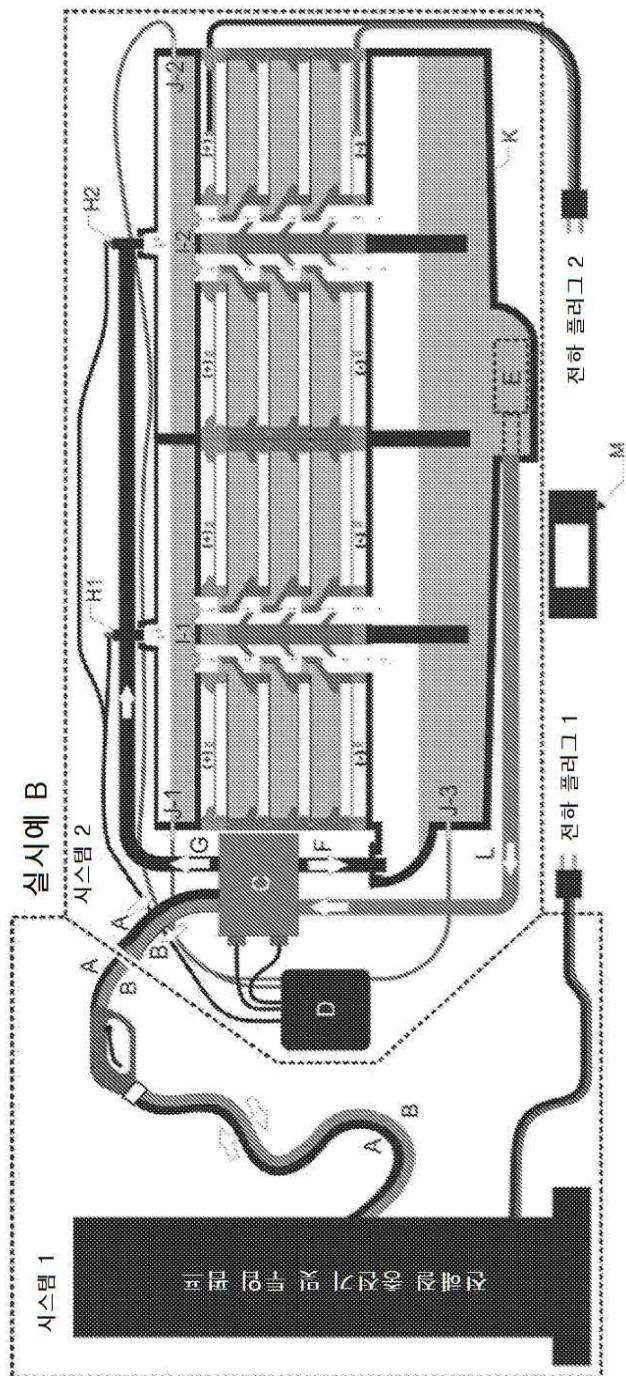
도면3



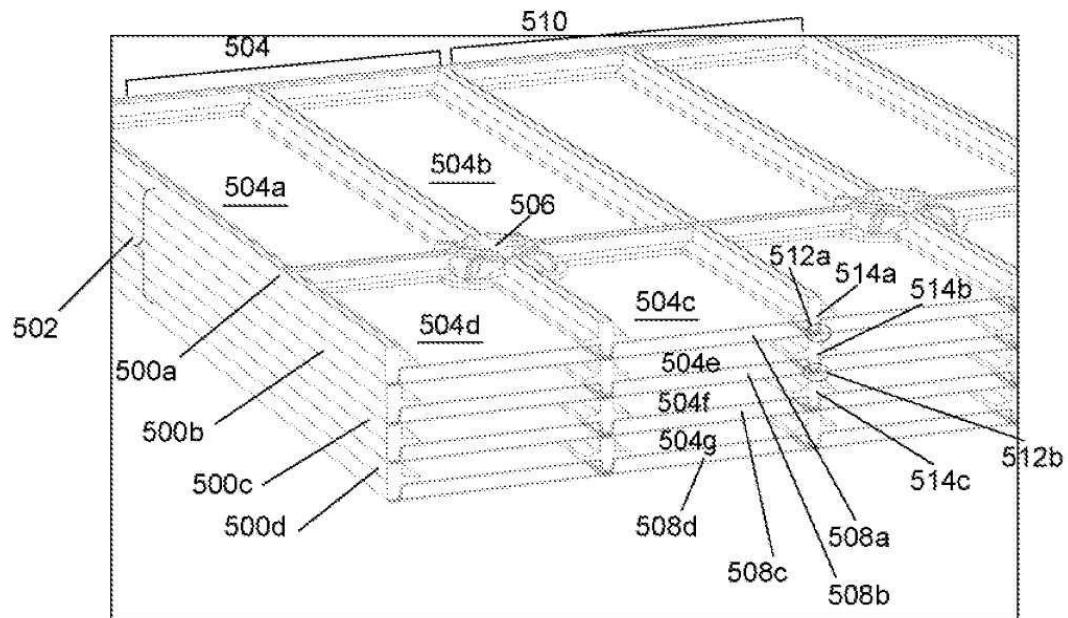
도면4a



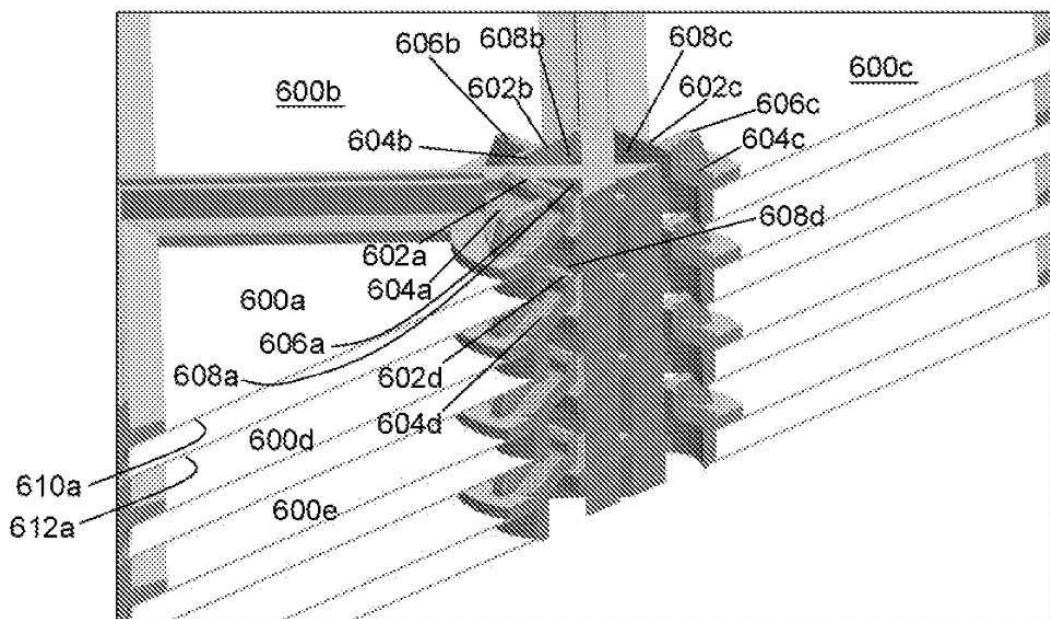
도면4b



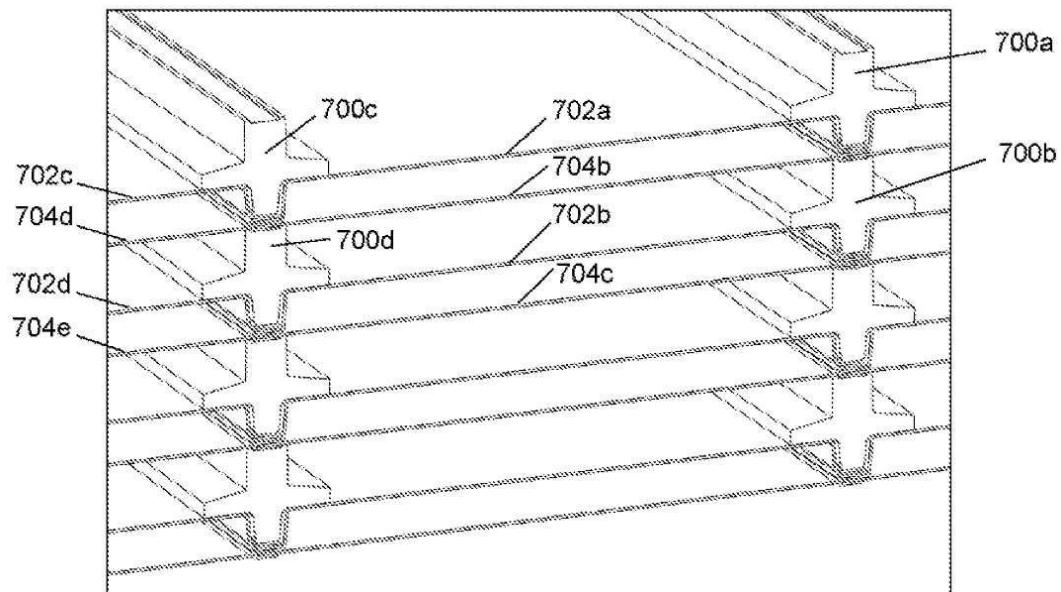
도면5



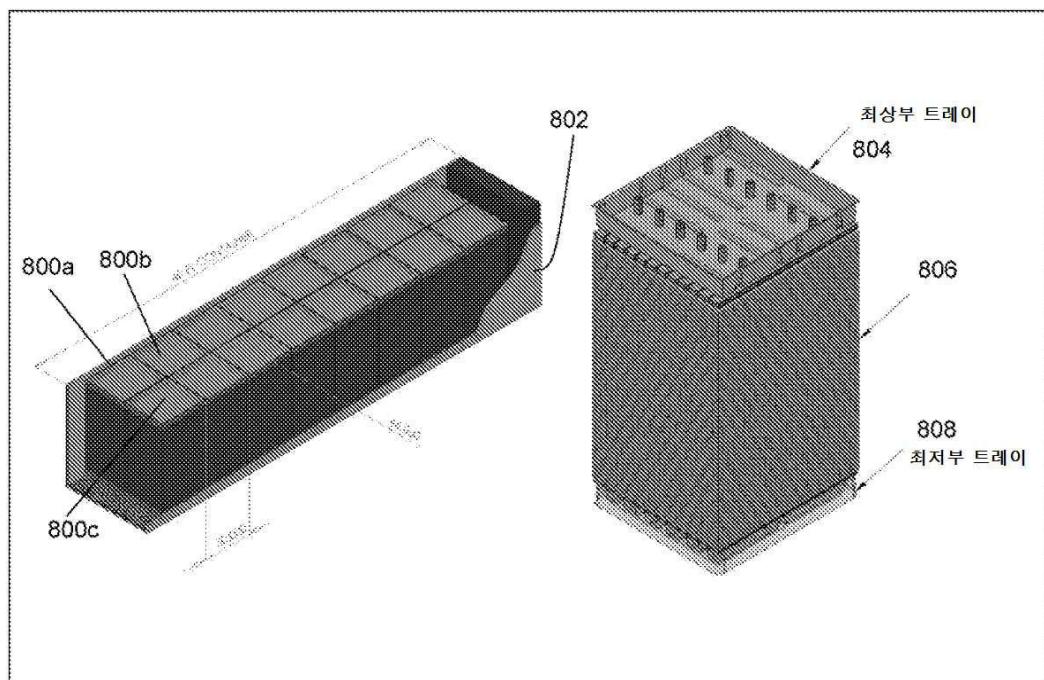
도면6



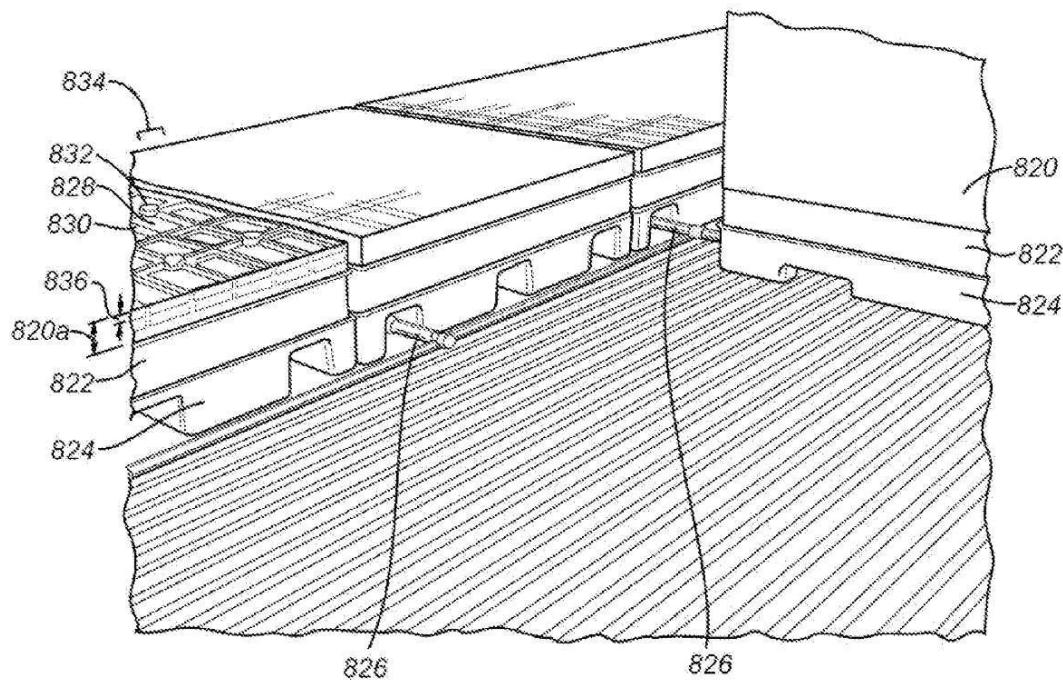
도면7



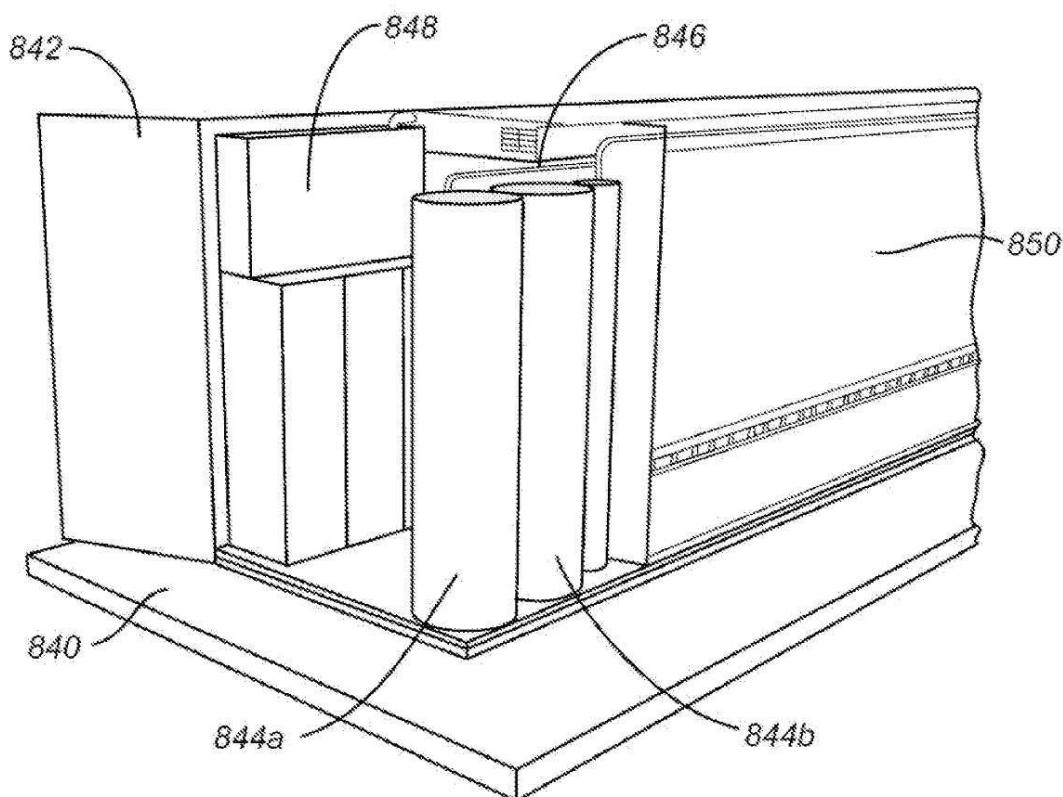
도면8a



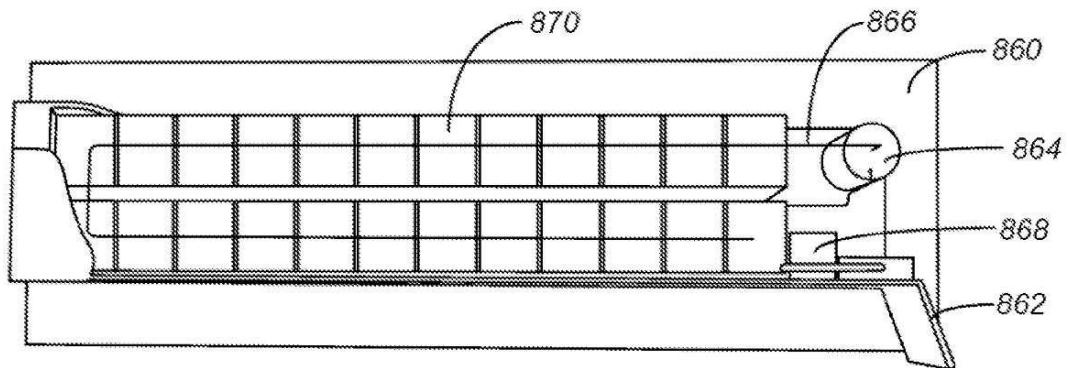
도면8b



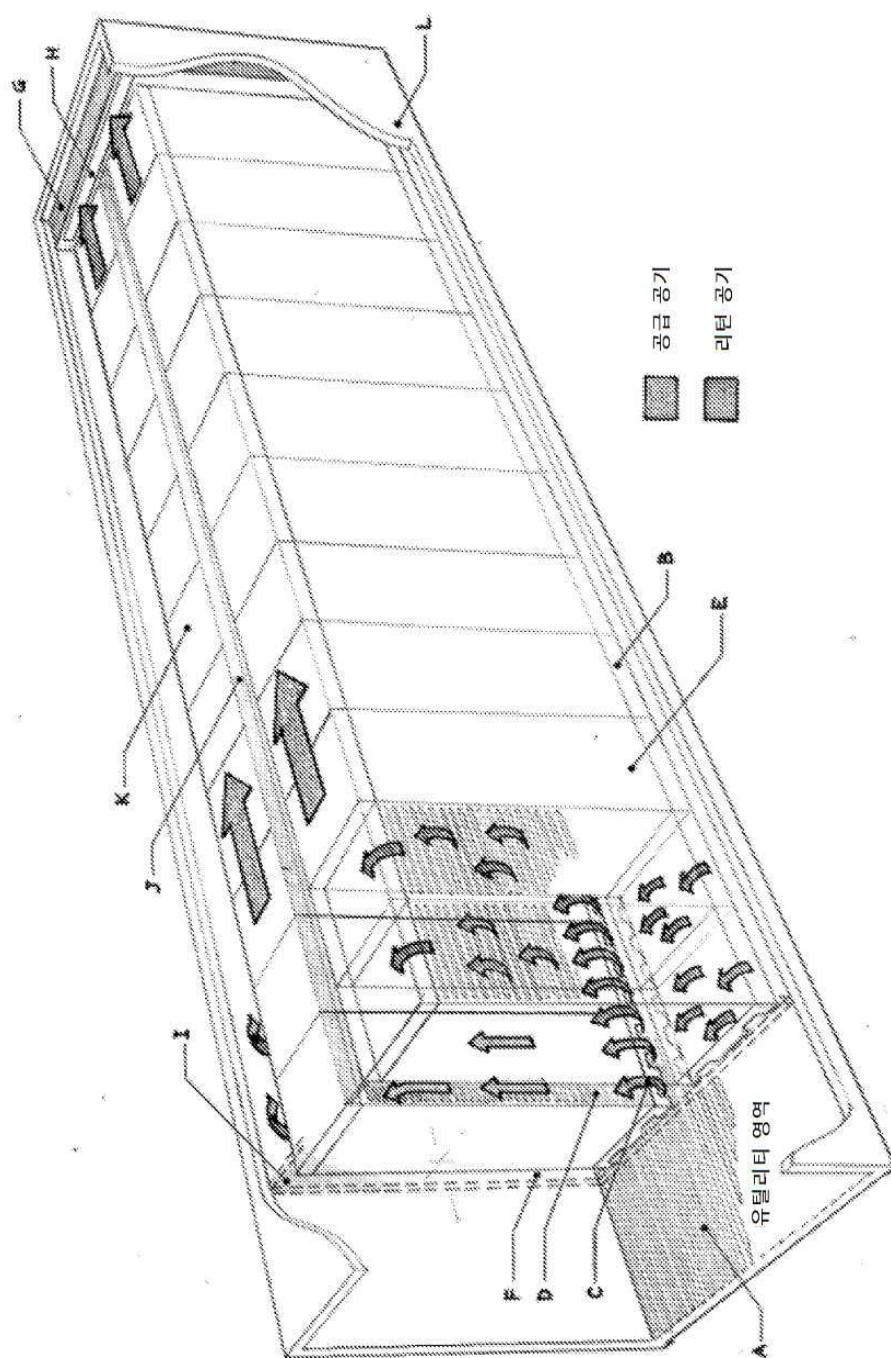
도면8c



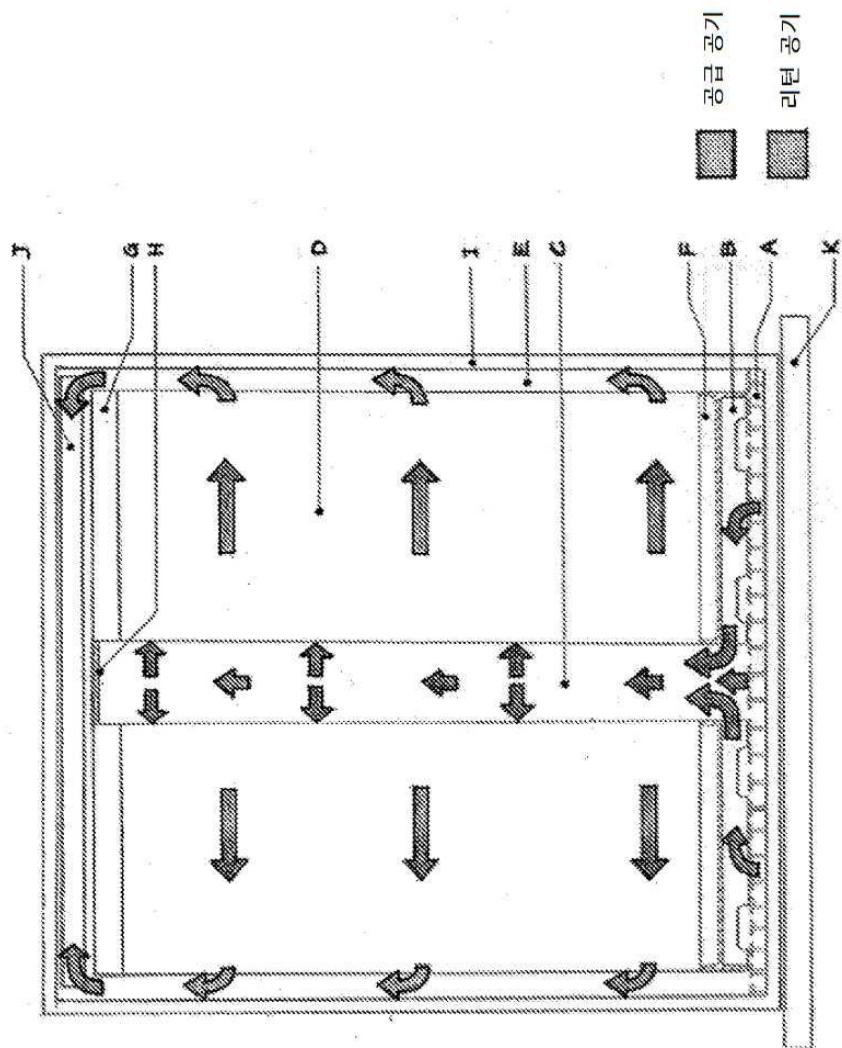
도면8d



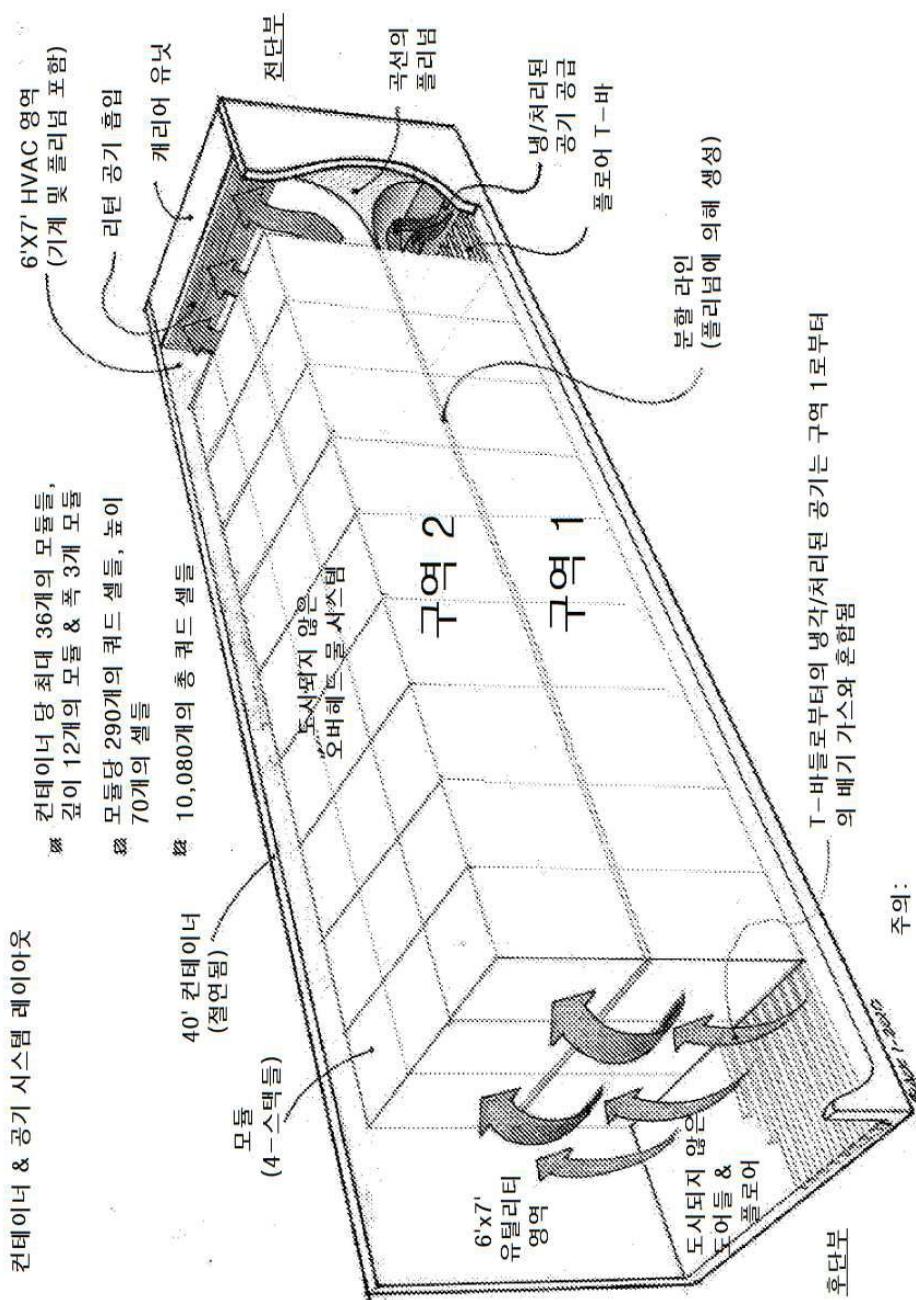
도면8e



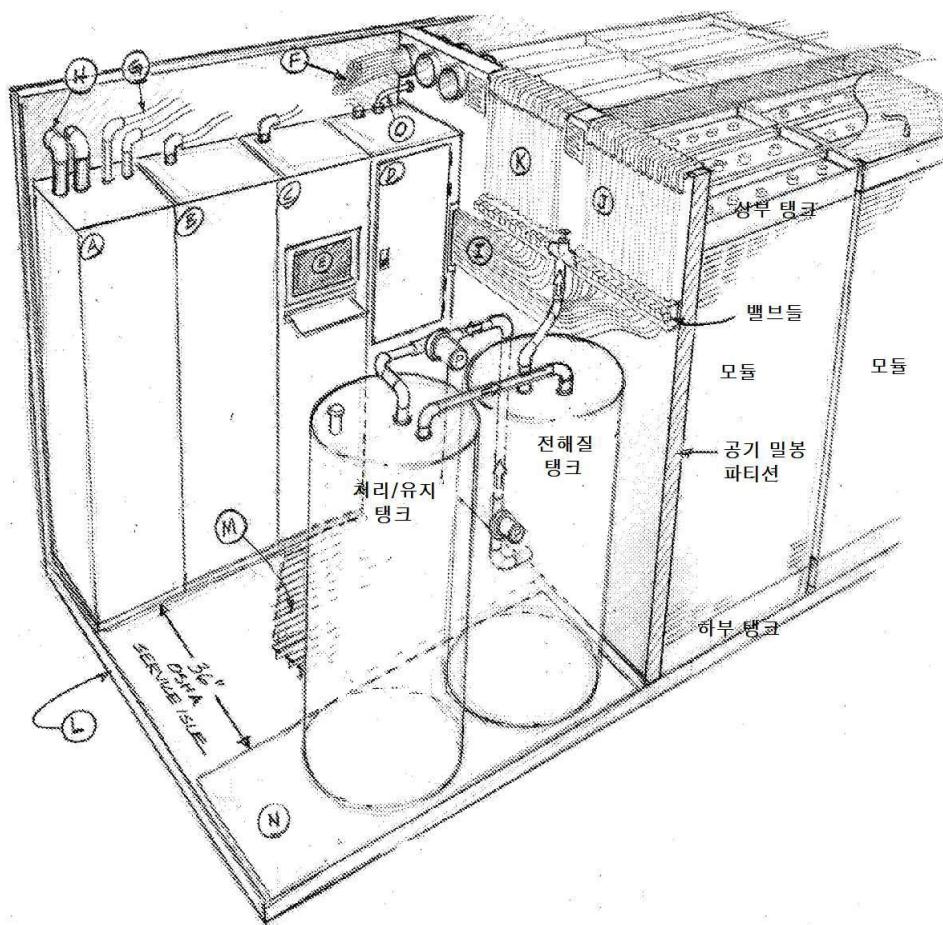
도면8f



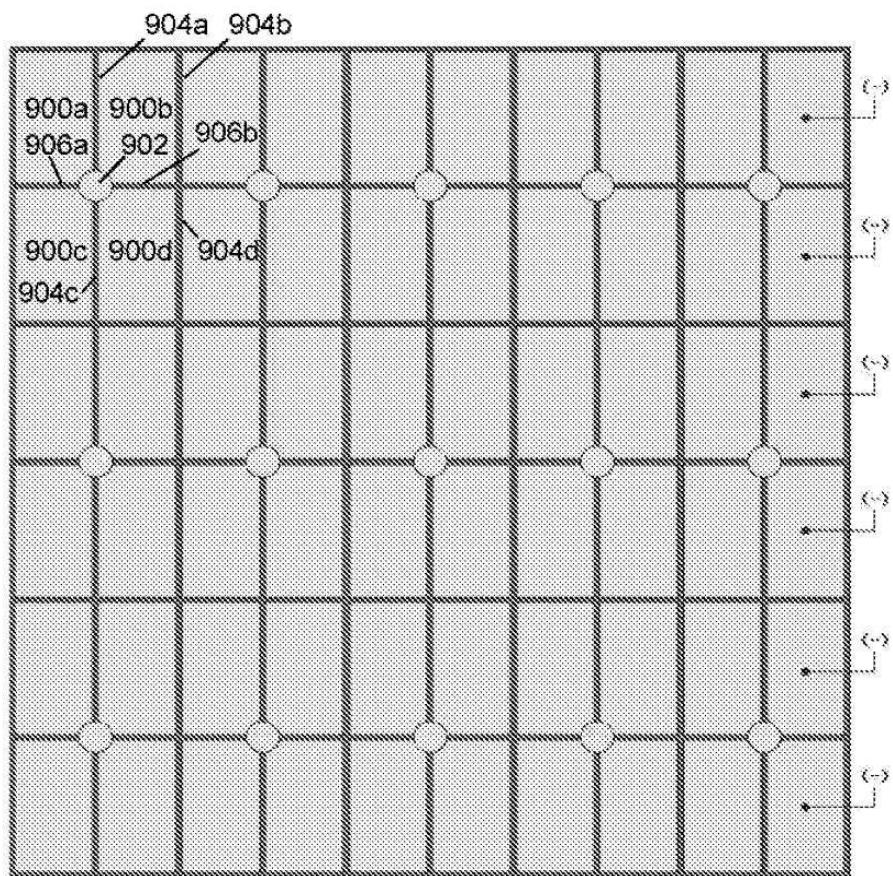
도면8g



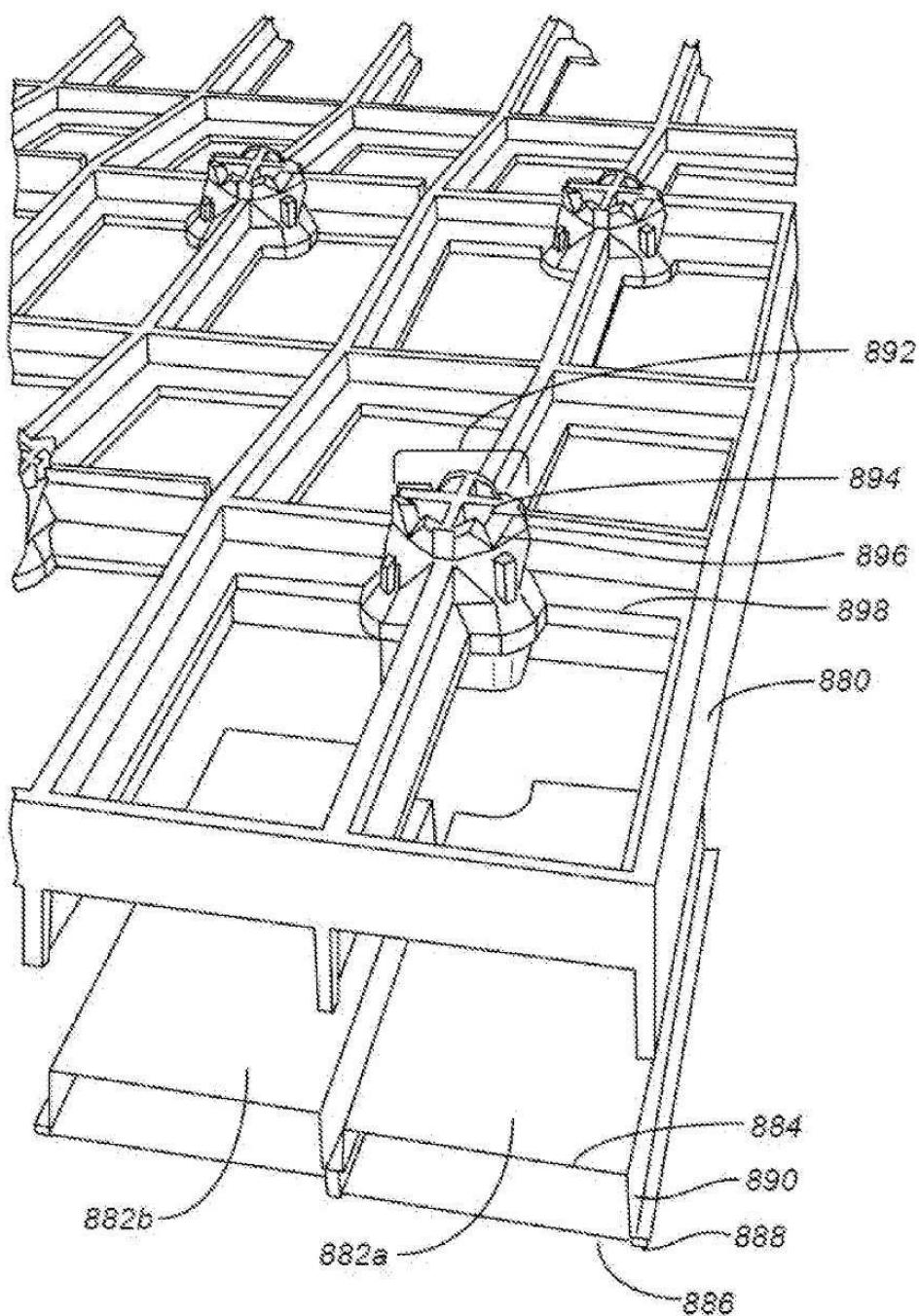
도면8h



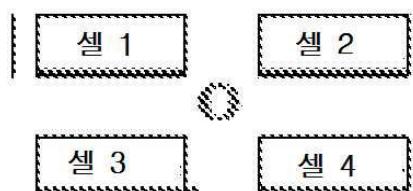
도면9a



도면9b

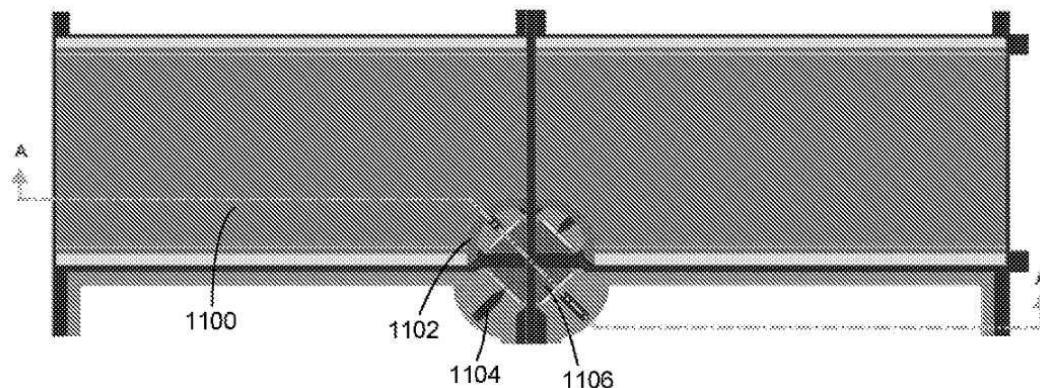


도면10

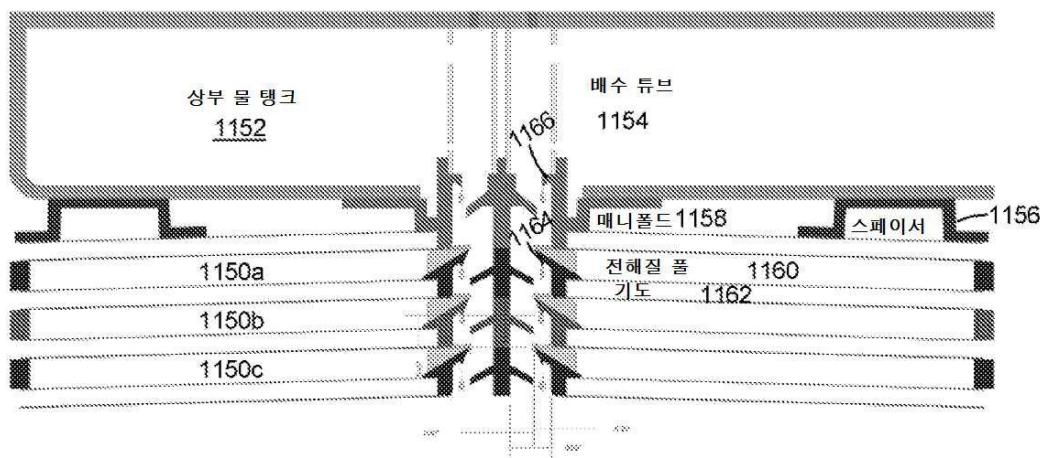


도면11a

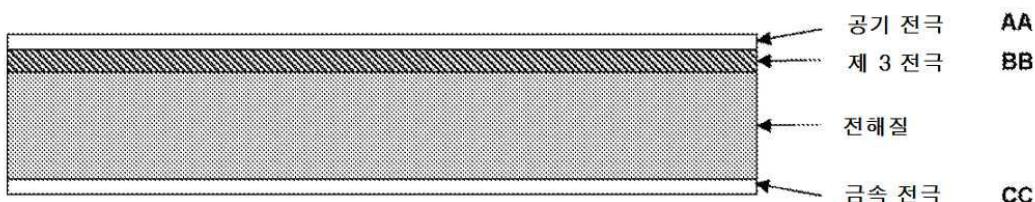
상면도



도면11b



도면12



도면13

