



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월01일  
(11) 등록번호 10-2234820  
(24) 등록일자 2021년03월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C25D 21/04 (2006.01) C25D 17/00 (2006.01)  
C25D 17/10 (2006.01) C25D 21/12 (2006.01)  
C25D 3/00 (2006.01) F04B 37/02 (2020.01)  
H01M 16/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C25D 21/04 (2020.08)  
C25D 17/00 (2020.08)
- (21) 출원번호 10-2016-7011604
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월03일  
심사청구일자 2019년10월01일
- (85) 번역문제출일자 2016년05월02일
- (65) 공개번호 10-2016-0094937
- (43) 공개일자 2016년08월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/058940
- (87) 국제공개번호 WO 2015/054040  
국제공개일자 2015년04월16일
- (30) 우선권주장  
61/887,489 2013년10월07일 미국(US)  
61/973,428 2014년04월01일 미국(US)

- (73) 특허권자  
슈어슨 다니엘 에이.  
미국 오하이오주 44122 비치우드 워터포드 라인 14
- (72) 발명자  
슈어슨 다니엘 에이.  
미국 오하이오주 44122 비치우드 워터포드 라인 14
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

- (56) 선행기술조사문헌  
JP2002541645 A  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 15 항

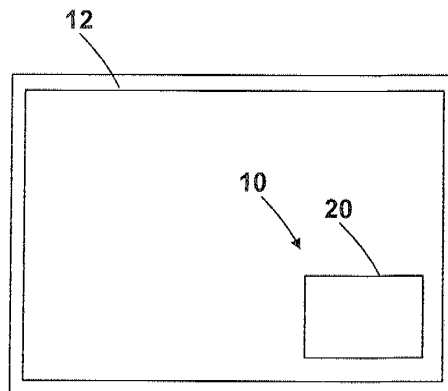
심사관 : 김명갑

(54) 발명의 명칭 가스를 소비하기 위한 전기화학적 방법 및 장치

(57) 요약

전기화학적 반응을 통해 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하기 위한 장치는 고체 전해질 상에 지지된 캐소드 및 애노드를 포함하는 전기화학적 전지를 포함한다. 고체 전해질은 용해된 금속염을 함유하는 Li 이온 비휘발성 전해질이다. 캐소드는 리튬이 합금을 형성하는 것으로 알려져 있는 재료로 구성된다. 애노드는 리튬 이온 함유 재료로 구성된다. 전지는 캐소드 상에 리튬 금속을 노출하도록 작동 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C25D 17/10* (2013.01)

*C25D 21/12* (2013.01)

*C25D 3/00* (2013.01)

*F04B 37/02* (2013.01)

*H01M 16/00* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020080042081 A

US05423454 A

US06171368 B2

US06492057 B1

US20040101740 A1

US20110200868 A1

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

장치가 봉입체(enclosure)에 배치될 때 전기화학적 반응을 통해 상기 봉입체 내의 가스를 소비하기 위한 장치에 있어서,

캐소드, 애노드, 및 고체 전해질을 포함하는 전기화학적 전지를 포함하고,

상기 고체 전해질은 용해된 금속염을 함유하는 Li 이온 비휘발성 전해질이고, 상기 캐소드는 리튬이 위에 전착될 수 있는 재료로 구성되고, 상기 애노드는 리튬 이온 함유 재료로 구성되고,

상기 캐소드는 상기 봉입체 내의 가스에 노출되도록 구성되고,

상기 전기화학적 전지는 상기 캐소드 상에 상기 봉입체 내의 가스와 반응하는 리튬 금속 및 그의 합금 중의 적어도 하나를 전착시키도록 작동 가능한 것인 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고체 전해질은 고체 폴리머 전해질(solid polymer electrolyte: "SPE")을 포함하고, 상기 SPE는 폴리에틸렌 산화물("PEO") 내에 리튬 헥사플루오로포스페이트(LiPF<sub>6</sub>) 용액을 포함하는 것인 장치.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 캐소드는 니켈, 구리, 실리콘, 및 주석 중 적어도 하나로 구성되고, 또는 상기 애노드는 리튬 합금으로 구성되는 것인 장치.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 고체 전해질은, 얇고 편평하며 가늘고 긴 평면형 구성을 갖고, 상기 캐소드 및 상기 애노드는 빗살형(interdigitated) 구성으로 상기 고체 전해질 상에 침착(deposit)되는 것인 장치.

#### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전기화학적 전지에 전력 공급하기 위한 전력의 소스를 더 포함하는 장치.

#### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 캐소드는, 리튬과의 합금을 형성하지 않는 재료로 구성되고, 상기 전기화학적 전지는, 작동될 때 상기 애노드가 리튬 이온을 상기 고체 전해질 내로 방출하는 동안 상기 고체 전해질로부터 상기 캐소드 상에 리튬 금속을 전착하고, 상기 봉입체 내의 가스는 상기 고체 전해질을 투과하여 상기 캐소드 상의 리튬 금속과 반응하는 것인 장치.

#### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 캐소드는, 리튬과의 합금을 형성하는 재료로 구성되고, 상기 전기화학적 전지는 상기 리튬이, 상기 캐소드를 파열시켜 리튬 합금을 상기 봉입체 내의 가스에 노출시키게 하는 합금을 형성하게 하도록 작동 가능한 것인 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 고체 전해질은 용해된 금속염을 함유하는 Li 이온 비휘발성 전해질을 포함하는 고체 폴리머 전해질("SPE")을 포함하는 것인 장치.

#### 청구항 9

제7항에 있어서, 상기 애노드는, 리튬화된 전이 금속 산화물로 구성되는 것인 장치.

**청구항 10**

제7항에 있어서, 상기 캐소드는 실리콘 또는 주석의 층으로 코팅된 메시 재료로 구성되는 것인 장치.

**청구항 11**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 장치를 활성화하도록 구성되는 전자 기기 또는 회로를 포함하는 작동 수단을 더 포함하고,

상기 작동 수단은 상기 봉입체 내의 압력을 모니터링하고 상기 봉입체 내의 압력에 응답하여 상기 장치를 활성화/비활성화하도록 구성되고,

상기 작동 수단은,

파괴될 때 상기 전자 기기 또는 회로를 작동하는 파열 가능한 부재;

수동으로 제거될 때 상기 전자 기기 또는 회로를 작동하는 제거 가능한 부재;

상기 전자 기기 또는 회로를 작동하도록 자기식으로 작동되는 메커니즘; 및

상기 장치에 관한 정보를 제공하고 제어를 거쳐 상기 봉입체에 외부에서 인가된 RF 신호에 응답하여 상기 장치를 작동하도록 구성된 RF 트랜스듀서, 태그, 인터로게이터, 및 수신기 중 적어도 하나

중의 적어도 하나를 포함하고,

상기 작동 수단은, 상기 봉입체 외부로부터 상기 장치에 유선 접속을 제공하는, 상기 봉입체의 벽 내의 밀봉된 전기적 피드스루, 및 무선 유도성 충전 전원을 포함하는 것인 장치.

**청구항 12**

봉입체 내의 가스를 소비하기 위한 방법에 있어서,

상기 봉입체 내의 가스에 노출된 캐소드를 갖는 전기화학적 전지를 제공하는 단계; 및

상기 봉입체 내의 가스와 반응하는, 상기 캐소드 상의 반응성 금속의 전착을 일으키도록 상기 전기화학적 전지를 활성화하는 단계

를 포함하는, 봉입체 내의 가스를 소비하기 위한 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 전기화학적 전지를 제공하는 단계는,

고체 전해질을 제공하는 단계;

상기 고체 전해질 상에 캐소드 - 상기 캐소드는, 리튬이 위에 전착될 수 있는 재료를 포함함 - 를 제공하는 단계; 및

상기 고체 전해질 상에 애노드 - 상기 애노드는, 리튬 이온 함유 재료를 포함함 - 를 제공하는 단계를 포함하는 것인 방법.

**청구항 14**

제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 반응성 금속은 리튬을 포함하고, 상기 리튬은 상기 봉입체 내의 비희가스과 반응하여 이들 가스를 소비하는 것인 방법.

**청구항 15**

제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 전기화학적 전지를 활성화하는 단계는 상기 가스와 반응하는 상기 전기화학적 전지의 캐소드와의 반응성 금속 합금을 형성하는 것인 방법.

**청구항 16**

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] **관련 출원**

[0002] 본 출원은 그 개시내용이 본 명세서에 그대로 참조로서 합체되어 있는 2013년 10월 7일 출원된 미국 가특허 출원 제61/887,489호의 이익을 청구한다. 본 출원은 또한 그 개시내용이 본 명세서에 그대로 참조로서 합체되어 있는 2014년 4월 1일 출원된 미국 가특허 출원 제61/973,428호의 이익을 청구한다.

[0003] **기술분야**

[0004] 본 발명은 일반적으로 밀봉된 봉입체(sealed enclosure) 내에 진공을 형성하는 것에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 전기화학적 반응을 통해 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하기 위한 시스템, 방법, 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0005] 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하는 것이 바람직할 수도 있는 다수의 시나리오가 존재한다. 하나의 이러한 시

나리오는 진공 절연 패널(vacuum insulated panels: "VIPs")의 제조를 수반한다. VIP는 상응하는 종래의 절연 재료[예를 들어, 롤즈 앤드 매트(rolls and batts), 루즈필(loose-fill), 강성 발포체(rigid foam), 및 금형내 발포(foam-in-place) 절연]의 두께와 비교하여 매우 얇은 패키지 내에 우수한 레벨의 열저항(R 값)을 제공하는 단열재의 형태이다. 1인치 미만의 두께를 갖는 IP는 수 인치 또는 심지어 1 피트의 전통적인 단열 재료를 필요로 할 것인 R 값을 제공할 수 있다.

[0006] 이들 특징에 기인하여, VIP는 공간 및/또는 높은 열저항이 요구되는 광범위한 용례에서 매력적인 절연 대안이다. 잠재적인 용례는 주거용 및 상업용 빌딩 건축, 상업용 및 산업용 노/냉동 용례, 의료 저장 및 운송, 주택용 전기 기구의 범위이다. VIP의 높은 R 값의 작은 두께 특징은 이들 제품을 가공하기 위해 요구된 공간 고려사항을 유리하게 감소시키고, 예를 들어 더 많은 저장 용량을 갖는 냉장고, 더 큰 용량을 갖는 오븐, 및 극단적인 현장 조건에서 더 장시간 지속할 수 있는 의료 용품을 유도할 수 있다.

[0007] VIP는 공기가 진공배기되어(evacuated) 진공을 형성하는, 강성 또는 반강성 코어 재료를 둘러싸는 기밀(gas-tight) 또는 거의 기밀 봉입체를 포함한다. VIP는 통상적으로 봉입체를 형성하기 위해 이들의 주연부 주위에 밀봉된 상위에 있는 가스 불투과성 멤브레인 패널로 구성된다. 코어 재료는 매우 다공성 재료로 구성된다. 코어 재료는 다양한 재료 구성 및 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 코어 재료는 멤브레인들 사이에 위치한 재료의 패널(예를 들어, 글래스 파이버의 시트) 또는 멤브레인들 사이에 균일하게 분포된 벌크 재료(예를 들어, 느슨한 파이버 또는 발포체)일 수 있다. 공기가 봉입체로부터 진공배기될 때, 멤브레인에 인가된 외부 압력은 이에 응답하여 멤브레인들 사이에 소정 정도의 간격을 유지하는 코어를 압축한다. 다공성 코어 재료는 진공이 형성되어 있는 공간을 멤브레인들 사이에 제공한다.

[0008] VIP는 통상의 형태의 단열 재료에 비교하여 고가이다. 이 비용차를 유도하는 일 인자는 VIP의 높은 제조 비용이다. 이들 제조 비용은 높은 재료 비용에 의해서 뿐만 아니라, 또한 고가의 제조 장비에 의해 결정된다. VIP로부터 공기를 진공배기하는 데 전통적으로 사용되는 진공 펌프는 고가의 장비의 부품이다. 부가적으로, 진공 펌프는 진공을 흡인하기 위해 VIP 봉입체로의 접근을 필요로 하기 때문에, 펌프가 제거된 후에 멤브레인들 사이에 밀봉부를 유지하고 완성하는 것은 부가의 장비 및 비용을 필요로 한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명은 전기화학적 반응을 통해 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하기 위한 시스템, 방법, 및 장치에 관한 것이다.

[0010] 일 양태에 따르면, 전기화학적 반응을 통해 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하기 위한 장치는 고체 전해질 상에 지지된 캐소드 및 애노드를 포함하는 전기화학적 전지를 포함한다. 고체 전해질은 용해된 Li염을 함유하는 비휘발성 Li 이온 전도성 전해질이고, 캐소드는 실리콘 또는 주석과 같은, 리튬이 합금을 형성하는 것으로 알려져 있는 재료로 구성되고, 애노드는 리튬 이온 함유 재료로 구성된다. 전지는 리튬 합금 캐소드를 봉입체 내의 환경에 노출하도록 작동 가능하다.

[0011] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 캐소드는 니켈, 구리, 실리콘, 및 주석 중 적어도 하나로 구성될 수 있다. 다른 재료가 또한 사용될 수 있다.

[0012] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 고체 전해질은 고체 폴리머 전해질(solid polymer electrolyte: "SPE")을 포함할 수 있다.

[0013] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, SPE는 폴리에틸렌 산화물("PEO") 내에 리튬 헥사플루오로포스페이트(LiPF<sub>6</sub>) 용액을 포함할 수 있다.

[0014] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 애노드는 바람직하게는 봉입체 내의 가스에 노출되지 않아야 하는 리튬 합금으로 구성될 수 있다.

[0015] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 고체 전해질은 얇은, 편평한 그

리고 가늘고 긴 평면형 구성을 가질 수 있고, 캐소드 및 애노드는 빗살형(interdigitated) 구성으로 침착된다.

- [0016] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 전기화학적 전지는 봉입체의 부분의 형상에 합치하는 것이 가능한 구성을 가질 수 있다.
- [0017] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 장치는 전지에 전력 공급하기 위한 배터리와 같은 전력의 소스를 포함한다.
- [0018] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 캐소드는 구리 또는 니켈과 같은, 리튬과 합금을 형성하지 않는 재료로 구성될 수 있고, 전기화학적 전지는 작동될 때 애노드가 리튬 이온을 고체 전해질 내로 방출하는 동안 고체 전해질로부터 캐소드 상에 리튬 금속을 침착한다. 봉입체 내의 가스는 고체 전해질을 투과하고 캐소드 상에서 리튬 금속과 반응한다.
- [0019] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 캐소드는 실리콘 및 주석과 같은 리튬과 합금을 형성하는 재료로 구성될 수 있고, 전지는 리튬이 캐소드 내에서 인터칼레이션하게(intercalate) 하여, 캐소드가 파열하여 리튬 합금을 봉입체 내의 가스에 노출하도록 작동 가능하다.
- [0020] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 고체 전해질은 용해된 금속염을 함유하는 Li 이온 비휘발성 전해질을 포함하는 고체 폴리머 전해질("SPE")일 수 있다.
- [0021] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 애노드는 리튬 코발트 산화물(LiCoO<sub>2</sub>)과 같은, 리튬화된 전이 금속 산화물로 구성될 수 있다.
- [0022] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 캐소드는 실리콘 또는 주석의 층으로 코팅된 집전체로서 기능하는 구리 또는 니켈과 같은 전도성 재료로 구성될 수 있다.
- [0023] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 장치는 봉입체 외부로부터 원격으로 장치를 활성화하도록 구성되는 센서 및 전자 기기 또는 회로를 포함하는 작동 수단을 포함할 수 있다.
- [0024] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 작동 수단은 봉입체 내의 압력을 모니터링하고 봉입체 내의 압력에 응답하여 장치를 활성화/비활성화하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 작동 수단은 파괴시에 전자 기기 또는 회로를 작동하는 파열 가능한 부재; 수동으로 제거될 때 전자 기기 또는 회로를 작동하는 제거 가능한 부재; 및 전자 기기 또는 회로를 작동하도록 자기식으로 작동되는 기구 중 적어도 하나를 포함할 수 있는 비전자식 수동 또는 기계적 활성화를 위해 구성될 수 있다.
- [0026] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 작동 수단은 장치에 관한 정보를 제공하고 제어기를 거쳐 봉입체에 외부에서 인가된 RF 신호에 응답하여 장치를 작동하도록 구성된 RF 트랜스듀서, 태그, 인터로게이터(interrogators), 및 수신기 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0027] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 작동 수단은 봉입체 외부로부터 장치에 유선 접속을 제공하는 봉입체의 벽 내의 밀봉된 전기적 피드스루(feedthrough)를 포함할 수 있다.
- [0028] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 작동 수단은 무선 유도성 충전 전원을 포함할 수 있다.
- [0029] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법은 봉입체를 제공하는 단계; 봉입체 내의 가스에 노출된 캐소드를 갖는 전기화학적 전지를 제공하는 단계; 및 캐소드 상의 반응성 금속의 전착을 유발하도록 전기화학적 전지를 활성화하는 단계를 포함할 수 있다. 캐소드 상의 반응성 금속은 봉입체 내의 가스와 반응하여 봉입체 내의 압력을 감소시킨다.
- [0030] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 전기화학적 전지를 제공하는 단계는 고체 전해질을 제공하는 단계; 고체 전해질 상에 캐소드를 제공하는 단계로서, 캐소드는 니켈 또는 구리와 같은, 리튬이 합금을 형성하지 않는 재료를 포함하는 것인, 캐소드를 제공하는 단계; 및 고체 전해질 상에 애노드를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 애노드는 리튬 합금 또는 리튬화된 전이 금속 산화물과 같은 리튬 이온 함유 재료를 포함할 수 있다.
- [0031] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법은 전극(캐소드) 상에 리튬을 전착하기 위해 전기화학적 전지를 작동하는 단계; 및 이들 가스

를 소비하여 이에 의해 봉입체 내의 압력을 강하하기 위해 밀봉된 봉입체 내에서 비휘가스와 리튬을 반응시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법은 봉입체를 제공하는 단계; 봉입체 내의 가스에 노출된 캐소드를 갖는 전기화학적 전지를 제공하는 단계; 및 전기화학적 전지의 캐소드 내로 반응성 금속의 인터칼레이션을 유발하기 위해 전기화학적 전지를 활성화하는 단계를 포함할 수 있다. 캐소드 내의 반응성 금속의 인터칼레이션은 캐소드를 균열 또는 갈라지게 하고, 이는 금속을 봉입체 내의 가스에 노출시킨다. 금속 합금은 가스와 반응하여, 이에 의해 봉입체 내의 압력을 감소시킨다.

[0033] 다른 양태에 따르면, 단독으로 또는 이전의 양태들 중 임의의 하나와 조합하여, 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법은 캐소드의 재료와 인터칼레이션을 통해 캐소드 상에 리튬을 형성하도록 전기화학적 전지를 작동하는 단계; 및 이들 가스를 소비하여 이에 의해 봉입체 내의 압력을 하강하기 위해 밀봉된 봉입체 내의 비휘가스와 리튬 합금을 반응시키는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 밀봉된 봉입체 내의 가스를 리튬 합금에 더 노출하기 위해 인터칼레이션을 통해 리튬 합금 캐소드를 파열하는 단계를 또한 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0034] 본 발명의 상기 및 다른 특징은 첨부 도면을 참조하여 이하의 상세한 설명을 숙독할 때 본 발명이 관련되는 분야의 숙련자들에게 명백해질 것이다.

도 1은 전기화학적 반응을 통해 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하기 위한 시스템을 도시하고 있다.

도 2는 도 1의 시스템의 부분을 도시하고 있다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 도 2의 III-III에서 일반적으로 지시되어 있는 시스템의 부분을 도시하고 있다.

도 4 내지 도 6은 제1 실시예에 따른 시스템에 의해 수행된 프로세스를 도시하고 있다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 도 2의 VII-VII에서 일반적으로 지시되어 있는 시스템의 부분을 도시하고 있다.

도 8 내지 도 9는 제2 실시예에 따른 시스템에 의해 수행된 프로세스를 도시하고 있다.

도 10은 다른 실시예에 따른, 도 1의 시스템의 부분을 도시하고 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0035] 본 발명은 일반적으로 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하는 것에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 전기화학적 반응을 통해 밀봉된 봉입체 내에 진공을 형성하기 위한 시스템, 방법, 및 장치에 관한 것이다.

[0036] 본 발명에 따르면, 시스템(10)은 밀봉된 봉입체(12) 내에 진공을 형성하기 위한 장치(20)를 포함한다. 도 2를 참조하면, 장치(20)는 전기화학적 전지(22) 및 전지에 전력을 공급하기 위한 리튬 이온 배터리와 같은 전력 소스(24)를 포함한다. 봉입체(12)는 진공이 생성될 임의의 봉입체일 수 있다. 따라서, 봉입체(12)는 봉입체가 임의의 원하는 형상 및/또는 크기를 가질 수 있는 이해를 갖고 도 1에 개략적으로 표현되어 있다. 부가적으로, 본 명세서에 설명된 바와 같이, 봉입체(12)는 그 재료가 장치(20)를 형성하는 데 사용되는 재료 및 장치가 사용되는 프로세스와 호환성이 있는 한, 임의의 원하는 재료로 구성될 수 있다.

[0037] 도 2를 참조하면, 전기화학적 전지(20)는 고체 폴리머 전해질(solid polymer electrolyte: "SPE")과 같은 고체 전해질(30) 또는 가장 통상적인 무기 Li<sup>+</sup> 전도체인 LISICON 및 LIPON과 같은 고체 Li<sup>+</sup> 전도성 재료 상에 지지된 캐소드(40) 및 애노드(50)를 포함한다. 도 2에서, SPE(30)는 리튬-이온("Li-이온") 전도체 폴리머이다. 전기화학적 전지(20)는 따라서 고상 구성을 갖는다. 전기화학적 전지(20)는 a) 케이싱을 포함하지 않고, 또는 b) 전지와 봉입된 구조체(12)의 환경 사이의 접촉을 허용하는 케이싱을 포함한다.

[0038] SPE(30)는 비휘발성 폴리머 전해질 재료로 형성된다. 예를 들어, SPE(30)는 Li-이온 비휘발성 폴리머 전해질 재료일 수 있다. 일 이러한 예에서, SPE(30)는 폴리에틸렌 산화물("PEO") 내의 리튬 헥사플루오로포스페이트 (SiPF<sub>6</sub>) 용액과 같은 용해된 금속염을 함유하는 전해질일 수 있다. 전기화학적 전지(20)는 따라서 고상 구성을



가질 수 있다.

- [0039] 대안적으로, SPE(30)는 리튬 이온 전도도를 증가시키는 것으로 알려져 있는 알루미늄이나 또는 실리카의 나노입자를 포함할 수 있다. SPE(30)는 리튬 이온 전도도를 증가시키는 것으로 또한 알려져 있는 이미다졸륨 이온에 기초하는 것들과 같은 비휘발성 이온성 액체를 또한 포함할 수 있다. 이러한 액체의 일 특정 예는 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 트리플루오로메탄설포네이트(EMITf)이다.
- [0040] 전기화학적 전지(20)에 사용된 고체 전해질(30)은 고체 폴리머 전해질 구성에 한정되는 것은 아니다. 고체 전해질은 예를 들어, 무기 폴리머의 혼합물일 수 있고 또는 2개의 층 - 무기질 및 폴리머일 수 있다. 이들 구성은 훨씬 더 낮은 전압이 흐르거나/충전하는 것을 요구하는 합금 또는 저전압 리튬 화합물[예를 들어, 리튬 티타늄 산화물("LTO")]과 같은 가스와의 반응을 향해 그 자체로 안정하지 않은 애노드 재료를 보호할 수 있다. 고체 전해질(30)은 또한 모두 무시할만한 증기압을 나타내는 폴리머와 이온성 액체의 혼합물일 수 있다.
- [0041] 다른 대안으로서, 전기화학적 전지(20)는 그 기공 내에 전해질을 기계적으로 지지하는 상업용 폴리에틸렌("PE") 또는 폴리프로필렌("PP") 세퍼레이터와 같은 불활성 세퍼레이터를 포함할 수 있다. 이는 예를 들어, 폴리머 또는 혼합물이 전극을 지지하거나 또는 원하는 방식으로 전지(20)를 압연하고, 절첩하거나 다른 방식으로 성형하는 것을 지원하기에 너무 약한 경우에 유리할 수 있다.
- [0042] 캐소드(40)는 리튬이 실온에서 합금을 형성하지 않는 니켈(Ni) 또는 구리(Cu)와 같은 재료로, 리튬이 실온 조건 하에서 합금을 형성하는 것으로 알려져 있는 실리콘(Si) 또는 주석(Sn)으로, 또는 Li 이온이 인터칼레이션되는 것으로 알려져 있는 탄소로 제조될 수 있다. 캐소드는 실리콘과 주석이 비휘발성 폴리머 결합체를 사용하여 탄소와 같은 고도로 전도성 재료 상에 지지된 작은 입자의 형태로 또는 필름으로서 그 위에 침착될 수 있는 Cu 또는 Ni로부터 제조된 집전체의 사용을 구체화할 수 있다.
- [0043] 애노드(50)는 SPE에 반응성 금속 이온을 공여하는 것이 가능한 재료를 포함한다. 이러한 금속의 예는 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 및 세슘(Cs)과 같은 I족 금속이다. 그러나, 리튬이 본 명세서에 개시된 용례에 가장 적합한 금속이고, 따라서 바람직하다. 따라서, 애노드(50)는 금속 리튬 및 Li를 함유하는 임의의 재료를 포함할 수 있고, 가스 방출 없이 Li 이온을 손실할 수 있는 데, 이는 바람직하게는 무기질이고 따라서 화학적으로 덜 반응성인 가스 불투과성 전해질층에 의해 보호될 수도 있다. 예를 들어, 애노드(50)는 Li 합금과 같은 Li<sup>+</sup> 함유 재료 또는 리튬 코발트 산화물(LiCoO<sub>2</sub>)과 같은 리튬화 전이 금속 산화물로 제조될 수 있다.
- [0044] 리튬은 바람직하지만, 유일하게 가능한 반응성 금속은 아니다. 예를 들어, NASICON(나트륨 이온성 초전도체 재료)이 고체 전해질(30)을 위해 사용될 수 있는 양호한 Na<sup>+</sup> 이온 전도체이다. 전해질로서 이 재료를 사용하기 위해, 애노드 및 캐소드 재료는 활성 금속으로서 Na를 사용하는 정합 재료로부터 형성되어야 할 것이다.
- [0045] 본 발명의 이 설명은 전기화학적 전지 내의 반응성 금속으로서 리튬을 이용하는 실시예를 예시하고 설명하고 있다. 리튬이 바람직한 금속이지만, 당 기술 분야의 숙련자들이 다른 반응성 금속(예를 들어, 상기에 열거된 것들)이 장치(20)의 구성에 잠재적으로 사용될 수 있어 이에 의해 본 명세서에 설명된 반응 및 프로세스를 수행할 수 있다는 것을 이해할 수 있기 때문에, 이 설명은 한정적으로 의도된 것은 아니다.
- [0046] 도 2에 도시되어 있는 실시예에서, SPE(30)는 얇은 편평한 가늘고 긴 평면형 구성을 갖는다. 캐소드(40) 및 애노드(50)는 SPE(30) 상에 침착된다. 캐소드(40)는 SPE(30)의 종방향 에지를 따라 연장하는 버스부(42)를 포함한다. 캐소드(40)는 그 길이를 따라 이격되고 도 2에서 볼 때 일반적으로 하향 방향으로 버스부(42)로부터 횡방향으로 연장하는 복수의 탭 또는 핑거(44)를 또한 포함한다. 애노드(50)는 버스부(42)에 대향하여 SPE(30)의 종방향 에지를 따라 연장하는 버스부(52)를 포함한다. 애노드(50)는 그 길이를 따라 이격되고 도 2에서 볼 때 일반적으로 상향 방향으로 버스부(52)로부터 횡방향으로 연장하는 복수의 탭 또는 핑거(54)를 또한 포함한다. 캐소드(40) 및 애노드(50)의 (44, 54)는 본 명세서에서 그리고 당 기술 분야에서 "빗살형"이라 칭하는 교번적인 상호잠금 방식으로 배열된다. 이 반복적인 빗살형 구성은 장치가 임의의 원하는 길이를 갖게 한다.
- [0047] SPE(30), 캐소드(40), 및 애노드(50)는 극단적으로 얇을 수 있는 데, 예를 들어 수백분의 1 또는 수천분의 1 인치 두께의 범위일 수 있다. 전기화학적 전지(20)는 따라서 대응적으로 얇은 구성을 가질 수 있다. SPE(30), 캐소드(40), 애노드(50), 및 따라서 장치(20)는 물론 더 두꺼울 수 있다. 유리하게는, 이 얇은 가늘고 긴 평면형 구성은 그 재료 구성과 조합하여, 전기화학적 전지(20)가 만곡되고, 압연되고, 절첩되고, 다른 방식으로 조작되어 원하는 형상, 구성, 또는 형태를 취하게 한다. 예를 들어, 이 구성을 갖는 전기화학적 전지(20)는 이것이 구현되는 봉입체(12)(도 1 참조)의 부분의 형상에 합치하도록 이루어질 수 있다.

- [0048] 도 2에 도시되어 있는 박막 전기화학적 전지 구성은 단지 전지의 일 예시적인 구성일 뿐이다. 전기화학적 전지(20)는 전술된 박막 구성에 대안적인 형태/구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 전기화학적 전지(20)는 다른 필름 구성을 가질 수 있고 또는 본 명세서에 설명된 작동에 따른 방식으로 배열된 전극 및 전해질을 갖는 펠릿, 실린더, 블록, 또는 임의의 다른 원하는 구성의 형태로 구성될 수 있다.
- [0049] 본 발명에 따르면, 전기화학적 전지(20)는 전기화학적으로 생성된 리튬과의 하나 이상의 화학 반응, 또는 이들 반응의 부산물과 분위기 성분 사이의 화학 반응을 거쳐, 전기화학적 반응을 통해 봉입체(12) 내에서 가스, 즉 공기 또는 그 비회가스 성분을 소비하도록 구성된다. 밀봉된 봉입체(12) 내의 가스의 이 소비가 진공을 형성하는 것이다. 전기화학적 전지(20)는 전압이 소스(24)에 의해 전지에 인가될 때 발생하는 전기화학적 반응을 통해 봉입체(12) 내의 압력을 강하한다. 장치(20)의 작동은 또한 전력 소스(24)에 의해 전기화학적 전지(20)에 공급된 전류를 제어함으로써 성취될 수 있다.
- [0050] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전기화학적 전지(20)의 작동을 도시하고 있다. 본 실시예에서, 캐소드(40)는 니켈 또는 구리와 같은, 리튬과 합금을 형성하지 않는 재료로 형성된다. 이 구성에 기인하여, 전기화학적 전지(20)의 작동 중에 발생하는 전기화학적 반응은 캐소드(40) 상에 리튬 이온 SPE(30)로부터의 Li 금속의 전착을 야기하고, 애노드(50)는 SPE 내로 Li<sup>+</sup> 이온을 방출한다. 봉입체(12) 내의 환경과 접촉하는 전기화학적 전지(20)는 봉입체 내의 가스가 SPE(30)를 통해 투과하고 따라서 캐소드(40) 상의 전착된 Li 금속 및/또는 그 합금과 반응하게 한다. 금속 Li 전착물은 종종 형상이 수지상(dendritic)이기 때문에, 캐소드 상에 형성된 수지상결정(dendrites)(60)이 봉입체 내의 환경에 노출된 큰 비표면적을 갖고, 따라서 봉입체(12) 내의 가스와의 반응을 촉진하기 위한 최적의 조건을 제공한다.
- [0051] 봉입체 내의 금속 Li와 가스 사이의 반응은 이하를 포함할 것이다.
- [0052]  $6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N;$
- [0053]  $4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O;$
- [0054]  $2Li + H_2O \rightarrow LiOH + LiH$
- [0055]  $Li_2O + H_2O \rightarrow 2LiOH$
- [0056]  $4Li + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4LiOH$
- [0057] 캐소드(40) 상에 전착을 위해 이용 가능한 리튬의 양은 유리하게는 봉입체(12) 내에 존재하는 가스의 전체 체적과 반응하도록 요구되는 양과 같거나 크도록 선택될 수 있는 애노드(50) 내에 함유된 Li<sup>+</sup> 이온의 양에 따라 주로 결정된다. 대안적으로, 애노드(50) 내에 함유된 Li<sup>+</sup> 이온의 양은 봉입체(12) 내의 원하는 압력 감소를 성취하기 위해 봉입체(12) 내에 존재하는 가스의 체적의 원하는 양 또는 부분과 반응하도록 선택될 수 있다. 부가적으로, 리튬의 양은 초기 진공 형성 후에 일부가 소비되지 않고 남아 있게 방치하도록 선택될 수 있다. 유리하게는, 이 잉여의 리튬은 이후에 누설에 기인하여 봉입체에 진입하는 가스를 소비할 수 있다.
- [0058] 상기 설명으로부터, 그리고 이제 도 4를 참조하면, 도 3을 참조하여 설명된 구성 및 작동을 갖는 시스템(10) 및 장치(20)는 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법(100)을 수행한다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 방법(100)은 봉입체를 제공하는 단계(102), 및 봉입체 내의 가스에 노출된 캐소드를 갖는 전기화학적 전지를 제공하는 단계(104)를 포함한다. 방법(100)은 캐소드 상에 반응성 금속의 전착을 유발하도록 전기화학적 전지를 활성화하는 단계(106)를 더 포함한다. 캐소드 상의 반응성 금속은 봉입체 내의 압력을 감소시키기 위해 봉입체 내의 가스와 반응하여, 따라서 그 내에 진공을 형성한다.
- [0059] 도 5를 참조하면, 전기화학적 전지를 제공하는 단계(104)는 고체 폴리머 전해질("SPE")을 제공하는 단계(110)를 포함한다. 단계(104)는 SPE 상에 캐소드를 제공하는 단계(112)를 또한 포함하고, 캐소드는 니켈 또는 구리와 같은, 리튬과 합금을 이루지 않는 재료를 포함한다. 단계(104)는 SPE 상에 리튬 이온 애노드(예를 들어, 리튬 합금 애노드 또는 리튬화된 전이 금속 산화물 애노드)를 제공하는 단계(114)를 또한 포함한다.
- [0060] 다른 양태에서, 이제, 도 6을 참조하면, 도 3을 참조하여 설명된 구성 및 작동을 갖는 시스템(10) 및 장치(20)는 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법(120)을 수행한다. 방법(120)은 전극(캐소드) 상에 리튬을 전착하기 위해 전기화학적 전지를 작동하는 단계(122)를 포함한다. 방법(120)은 이들 가스를 소비하여 이에 의

해 봉입체 내의 압력을 강하하기 위해 밀봉된 봉입체 내에서 비희가스와 리튬을 반응시키는 단계(124)를 또한 포함한다.

- [0061] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전기화학적 전지(20)의 작동을 도시하고 있다. 본 실시예에서, 캐소드(40)는 실리콘 또는 주석과 같은, 리튬과 합금을 형성하는 재료로 형성된다. 이 구성에 기인하여, 전기화학적 전지(20)의 작동 중에 발생하는 전기화학적 반응은 도 3을 참조하여 도시되고 설명된 것과는 상이하다.
- [0062] 도 7의 실시예에서, 실리콘과의 리튬 반응은 리튬 합금의 형성을 야기하는 합금 반응이다. 반응은 표면에서 정지하고 호스트 재료, 즉 Si 또는 Sn의 결정 구조(격자)를 파괴한다. 대안적으로, 캐소드를 형성하는 데 사용된 재료에 따라, 합금을 이루는 대신에, 리튬은 활성화된 캐소드 재료 내로 인터칼레이션될 수 있어, LiC<sub>6</sub>(흑연 내의 리튬)을 형성한다. 어느 경우든, 리튬 합금/인터칼레이션된 리튬은 봉입체(12) 내의 가스와 반응하여 이 가스를 소비하는 데, 이는 봉입체 내의 압력을 감소시킨다.
- [0063] 재차, 제1 실시예와 같이, 리튬 합금/인터칼레이션된 리튬 내의 리튬과 봉입체 내의 가스 사이의 반응은 이하를 포함할 것이다(합금 원소는 명료화를 위해 생략되어 있음).
- [0064]  $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$ ;
- [0065]  $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$ ;
- [0066]  $2\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} + \text{LiH}$
- [0067]  $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}$
- [0068]  $4\text{Li} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{LiOH}$
- [0069] 유사하게, 캐소드(40)와 합금을 이루기 위해 이용 가능한 리튬의 양은 유리하게는 봉입체(12) 내에 존재하는 가스의 전체 체적과 반응하도록 요구된 양과 같거나 크도록 선택될 수 있는 애노드(50) 내에 함유된 Li<sup>+</sup> 이온의 양에 의해 주로 결정된다. 대안적으로, 애노드(50) 내에 함유된 Li<sup>+</sup> 이온의 양은 봉입체(12) 내의 원하는 압력 감소를 성취하기 위해 봉입체(12) 내에 존재하는 가스의 체적의 원하는 양 또는 부분과 반응하도록 선택될 수 있다. 부가적으로, 리튬의 양은 초기 진공 형성 후에 일부가 소비되지 않고 남아 있게 방지하도록 선택될 수 있다. 유리하게는, 이 잉여의 리튬은 이후에 누설에 기인하여 봉입체에 진입하는 가스를 소비할 수 있다.
- [0070] 본 실시예에서, 캐소드(40)는, 실리콘 또는 주석이 비휘발성 폴리머 결합제를 사용하여, 탄소와 같은 고도로 전도성 재료 상에 지지된 작은 입자의 형태로 또는 필름으로서 그 위에 침착될 수 있는 전기 전도성 메시 재료(예를 들어, Cu 또는 Ni)로 구성될 수 있다. 이 구성은 캐소드(40)의 전류 전도 특성을 향상시킬 것이다.
- [0071] 캐소드(40) 내로의 리튬의 인터칼레이션은 캐소드(40)의 체적이 증가하게 하는 데, 이는 캐소드 구조체가 균열하고, 갈라지고, 또는 다른 방식으로 파열하게 유도하는 기계적 응력을 야기할 수 있다. 이 가능성은 도 7에 도시되어 있다. 도 7을 참조하면, 이들 균열/갈라짐(70)은 이들이 캐소드(40) 내에 함유된 리튬 합금을 봉입체(12) 내의 가스에 더 노출할 수 있고 이들 가스와의 반응을 촉진하는 점에서 유리할 수 있다.
- [0072] 상기 설명으로부터, 이제 도 8을 참조하면, 도 7을 참조하여 도시되고 설명된 제2 실시예의 시스템(10) 및 장치(20)는 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법(200)을 수행하는 데 사용된다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 방법(200)은 봉입체를 제공하는 단계(202)와, 봉입체 내의 가스에 노출된 캐소드를 갖는 전기화학적 전지를 제공하는 단계(204)를 포함한다. 방법(200)은 반응성 금속이 전기화학적 전지의 캐소드와 합금을 이루게 하기 위해 전기화학적 전지를 활성화하는 단계(206)를 더 포함한다. 이 합금은 봉입체 내의 가스와 반응한다.
- [0073] 도 9를 참조하면, 제2 실시예의 시스템(10) 및 장치(20)는 또한 봉입된 구조체 내에 진공을 형성하기 위한 방법(210)을 수행하는 데 사용된다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 방법(210)은 캐소드 상에 리튬 합금을 형성하기 위해 전기화학적 전지를 작동하는 단계(212)를 포함한다. 방법(210)은 이들 가스를 소비하여 이에 의해 봉입체 내의 압력을 강하하기 위해 밀봉된 봉입체 내의 비희가스와 리튬 합금을 반응시키는 단계(214)를 또한 포함한다.
- [0074] 상기 설명으로부터, 당 기술 분야의 숙련자들은 장치(20)가 진공 형성과 전통적으로 연계된 펌프 및 다른 장비의 사용을 필요로 하지 않고 봉입체 내에 진공의 형성을 허용한다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 전기화학적 전지(22)는 진공을 형성하기 위해 봉입체(12) 내의 비희가스를 소비하도록 작동 가능하다. 그 후에, 전기화학

적 전지(22)는 누설된 가스와 반응함으로써 봉입체 내에 진공을 유지하는 데 사용될 수 있다. 애노드(50) 내의 Li의 총량은 장치(20)가 제거하는 것이 가능한 가스의 양을 제어할 것이기 때문에, 그 크기는 이에 따라 선택될 수 있다.

[0075] 전기화학적 전지(20)를 구성하는 데 사용된 재료에 따라, 전지는 그 작동을 용이하게 하기 위해 특정 구성요소의 추가를 요구할 수도 있다. 예를 들어, PEO 내의 Li 염의 용액의 이온 전도도를 상승시키기 위해, PEO의 온도는 섭씨 수십도까지 상승될 수도 있다. 이를 성취하기 위해, 전지는 히터를 포함할 수도 있다. 일단 시스템이 동작하기 시작하고 펌핑 작용이 시작되면, 얇은 배터리를 외부에 접속하는 와이어를 통한 것을 제외하고는 어떠한 방향의 소스도 존재하지 않을 것이기 때문에, 얇은 배터리를 가열하는 히터의 능력은 증가할 것이다. 와이어를 통한 방향은 배터리를 봉입체 내부에 있게 하고 양호하게 단열함으로써 회피될 것이다.

[0076] 밀봉된 봉입체(12)는 그 내부에 장치(20)가 배치된 상태로 형성된다. 장치(20)는 진공을 형성하기 위해 봉입체(12) 외부로부터 활성화될 때까지 불활성이다. 이러한 것을 성취하기 위해, 장치(20)는 다양한 형태를 취할 수 있기 때문에, 개략적으로 도시되어 있는 작동 수단(26)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 작동 수단(26)은 장치를 원격으로 그리고/또는 무선으로 활성화하도록 구성된 전자 기기 또는 회로를 포함할 수 있다. 유리하게는, 작동 수단(26)의 전자 기기/회로는 장치(20)를 비활성화하고, 이후에 봉입체(12) 내의 압력이 예를 들어, 봉입체를 통한 가스처리(gassing)에 기인하여 증가할 때 장치를 재활성화할 수 있다. 이를 위해, 작동 수단(26)의 전자 기기/회로는 봉입체(12) 내의 압력을 모니터링하도록 구성될 수 있다.

[0077] 다른 예로서, 작동 수단(26)은 비전자식 수동 또는 기계적 활성화를 위해 구성될 수 있다. 이는 예를 들어, 비용이 문제가 되는 구현예에서 유리할 수 있다. 이 구현예에서, 작동 수단(26)은 예를 들어, 파괴될 때 소스(24)와 전기화학적 전지(22) 사이의 회로를 완성하는 과열 가능한 부재를 포함할 수 있다. 대안적으로, 작동 수단(26)은 수동으로 제거될 때, 소스(24)와 전기화학적 전지(22) 사이에 회로를 완성하는 제거 가능한 부재일 수 있다. 이는 예를 들어, 전기화학적 전지(22)로부터 소스(24)를 절연하는 제거 가능한 스트립 또는 테이프일 수 있다. 다른 대안으로서, 작동 수단은 소스(24)와 전기화학적 전지(22) 사이에 회로를 완성하도록 자기적으로 작동되는 기구일 수 있다. 이는 예를 들어, 백화점 등에서 통상적으로 발견되는 자기 보안 태그를 고정/해제하는 데 사용되는 것과 유사한 방식으로 성취될 수 있다.

[0078] 또 다른 예에서, 작동 수단(26)은 무선주파수("RF") 트랜스듀서/태그 및 인터로케이터/수신기의 사용을 구체화할 수 있다. 예를 들어, 작동 수단(26)은 전기화학적 전지(22)가 RF 인터로케이터/수신기를 거쳐 활성화/비활성화되게 하는 RF 태그/스위치를 포함할 수 있다. 작동 수단(26)은 동일한 RF 인터로케이터/수신기와 인터로케이터링될 때 특정 (고) 압력이 봉입체 내에서 얻어진다는 지시를 답신할 것인 RF 트랜스듀서를 또한 포함할 수 있다. 따라서, 일단 원하는 진공이 봉입체(12) 내에서 성취되면, 전기화학적 전지(22)는 RF 제어를 거쳐 원격으로 비활성화될 수 있다. 그 후에, 봉입체(12) 내의 압력은 주기적으로 모니터링될 수 있고, 사전 결정된 레벨에 도달할 때, 전기화학적 전지(22)는 RF 제어를 거쳐 재활성화될 수 있다.

[0079] 다른 예에서, 전원(24)은 봉입체(12)의 외부에 있을 수 있고, 봉입체의 외부의 장치의 완전 제어된 작동을 허용하는, 예를 들어 소켓 또는 핀과 같은, 봉입체(12)의 벽 내의 밀봉된 전기적 피드스루를 거쳐 전기화학적 전지(22)에 공급될 수 있다.

[0080] 또 다른 예로서, 전원(24) 및/또는 작동 수단(26)은 봉입체(12) 외부의 충전 유닛으로부터 봉입체 내의 전자 기기로 에너지를 전달하기 위해 전자기장을 사용하는 무선 유도성 충전 전원을 포함할 수 있다. 이 경우에, 유도성 전송 코일을 갖는 충전 유닛은 봉입체 내의 전원(24)의 유도성 수신 코일 구성요소를 여기하는 전자기장을 발생시킬 것이다. 이들 코일은 전기화학적 전지(20)를 전력 공급하거나 충전하기 위한 유도 결합부를 형성하도록 협동한다.

[0081] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 장치(20)는 봉입체(12) 내의 전기화학적 전지(22)를 가열하기 위한 히터(28)를 포함할 수 있다. 이는 도 10에 도시되어 있다. 도 10에 도시되어 있는 장치(20)는 도 1 내지 도 9에 도시되어 있고 이들 도면을 참조하여 설명된 장치와 동일한데, 히터(28)가 도 10의 실시예에 추가되어 있다. 히터(28)는 본 명세서에 설명된 본 발명의 설명과 일치하는 임의의 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 히터(28)는 봉입체(12) 내에 위치한 장치(20)의 일체부인 간단한 저항성 가열 요소일 수 있다. 대안적으로, 히터는 봉입체(12) 외부에 위치한 전자기 방사선(예를 들어, 마이크로파) 열원일 수 있다.

[0082] 도 10에 도시되어 있는 예시적인 구성에서, 히터(28)는 전력 소스(24)에 접속되어 전력 공급받는다. 그러나, 히터(28)는 유도를 거쳐 히터에 전력 공급하는 자기장 전력 소스와 같은 대안적인 소스를 거쳐 전력 공급될 수

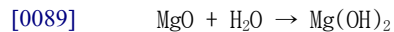
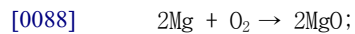
있다. 편의 및 경제에 관한 문제로서, 히터(28)가 전력 공급되고 작동되는 방식은 전기화학적 전지(22)가 전력 공급되고 작동되는 방식과 일치하도록 선택될 수 있다. 따라서, 도 10에 도시되어 있는 바와 같이, 장치(20)는 전기화학적 전지(22)와 히터(28)의 모두가 전력 소스(24)에 의해 전력 공급되고 작동 수단(26)에 의해 작동되도록 구성될 수 있다.

[0083] 작동시에, 히터(28)는 작동 중에 전기화학적 전지(22)의 온도를 상승시키는 기능을 한다. 히터(28)는 섭씨 수십도 이상의 정도로 전기화학적 전지(22)의 온도를 상승시키는 능력을 갖도록 구성되고 배열될 수 있다. 온도는 금속 침착의 속도 및 전착물의 마이크로구조에 영향을 미치기 때문에, 전기화학적 전지(22)의 온도를 제어하는 능력은 최종 반응의 속도를 제어하는 것을 허용할 수 있다. 따라서, 히터(28)를 포함하는 것과 그 기능을 제어하는 능력을 구현하는 것은 원하는 결과, 즉 원하는 진공 형성의 속도 및 정도를 생성하기 위해 전기화학적 전지(22)의 작동을 적합화하는 것을 허용하게 된다.

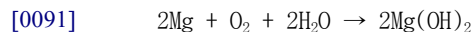
[0084] 본 명세서에 설명된 설명으로부터, 당 기술 분야의 숙련자들은 본 발명의 시스템, 방법 및 장치가 봉입체 내에 진공을 생성하기 위해 분위기 성분과 반응할 것인 원소, 합금, 또는 화학적 화합물과 같은 재료를 전기화학적으로 생성하는 개념에 관한 것이라는 것을 이해할 수 있을 것이다. 이 전기화학적 반응을 생성하기 위한 전기는 배터리, 커패시터, 연료 전지 또는 전기를 발생하는 것이 가능한 임의의 다른 장치와 같은 임의의 적합한 소스에 의해 공급될 수 있다. 특정 구현예에서, 전기가 코드 또는 케이블에 의해 전기 콘센트에 접속된 전원을 거쳐 공급될 수 있다.

[0085] 화학 반응을 통해 생성된 재료는 전술된 알칼리 금속(예를 들어, 리튬)일 수 있고, 마그네슘과 같은 알칼리 토 금속을 또한 포함할 수 있다. 이 경우에, 금속 마그네슘은 전해질로서 비휘발성 이온성 액체[예를 들어, 쿠마르(Kumar) 등의 *Electrochimica Acta* 56(2011년) 3864-3873 참조]를 구비하는 폴리에틸렌 산화물 내에 용해된 마그네슘염, 및 예를 들어 분말 형태의 나노스케일 Chevrel Mo6S8[예를 들어, 류 에이.(Ryu, A.), 박 엠. 에스.(Park, M.S.), 조 더블유.(Cho, W.) 등의, *Bulletin of the Korean Chemical Society* 34, 3033-3038(2013년) 참조] 또는 마그네슘 이온을 인터칼레이션하는 것으로 알려져 있는 다수의 다른 재료들 중 하나 [예를 들어, 거쉰키 지.(Gershineky, G.), 유 현 디.(Yoo, Hyun D.), 고퍼 와이.(Gofer, Y.) 등의 *Langmuir* 29, 10964-10972(2013년) 참조]를 함유하는 캐소드를 사용하여 금속 그리드 또는 발포체 상에 전착될 수 있다.

[0086] 마그네슘의 경우에, 봉입체 내의 마그네슘 합금과 가스 사이의 반응은 이하를 포함할 것이다(합금 원소는 명료화를 위해 생략되어 있음).



[0090] - 또는 -



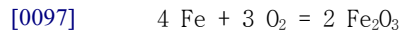
[0092] 전이 금속이 또한 사용될 수 있다. 이들의 예는 망간, 철, 코발트, 니켈, 구리 및 아연이다. 다른 전이 금속이 사용될 수 있지만, 이들의 사용은 비용 금지적일 수도 있다. 부가적으로, 희토류 원소(즉, 란탄족에 더하여 스칸듐 및 이트륨)가 또한 사용될 수 있다.

[0093] 이들 전이 금속은 보편화된 반응에 따라 대응 리튬염을 생성할 것인 전해질 내의 리튬 이온의 존재에서 이들 금속의 불화물, 산화물, 또는 황화물과 같은, 염의 전기화학적으로 유도된 변환에 의해 발생될 수 있는 망간, 철, 코발트, 니켈, 구리, 및 아연의 나노입자 또는 나노도메인을 포함할 수 있다.



[0095] 여기서, M은 전이 금속(예를 들어, Mn, Fe, Co, Ni, Cu 또는 Zn)을 나타내고, X는 산소, 황, 또는 불소를 나타내고, n은 반응을 균형화하기 위한 화합물 또는 적절한 계수를 위해 적절한 첨자를 나타낸다.

[0096] 일 특정 예에서, 나노메트릭 형태의 금속 철이 산소와 즉시 반응하여 비가역적 방식으로 산화철을 형성한다. 이 경우에, 상기 식은 이하와 같이 될 것이다.



[0098] 유리하계는, 이 구성은 에너지를 저장하기 위한 수단으로서 배터리 용례에서 발견될 수 있다. 따라서, 밀봉된 봉입체(20)(도 1 참조) 내의 전기화학적 전지(22)를 위한 전력 소스(24)로서 이러한 배터리를 사용하는 것은 다른 가스를 제거하기 위해 전지에 전력 공급하는 동시에 봉입체로부터 산호를 유리하게 제거할 것이다. 본 예에서, 봉입체 내의 산소가 다른 소비성 가스를 소비하기 전에 완전히 소비되지 않도록 주의가 기울어져야 할 것이다. 대안적으로, 봉입체(20)는 밀봉되기 전에 산소로 플러싱될(flushed) 수 있고, 배터리는 저항성 부하를 갖는 간단한 회로로 그 내부에서 활성화될 수 있다.

[0099] 실제로, 이 접근법은 본 명세서에 설명된 임의의 전기화학적 전지와 함께 사용될 수 있고, 산소에 추가하여 또는 산소 이외에 이산화탄소와 같은 저가의 가스와 함께 사용될 수 있다. 가스는 밀봉되기 전에, 봉입체의 구성 중에 도입될 수 있다. 봉입체가 가스로 충전될 때, 봉입체는 그 내부에 설치된 전기화학적 전지 및 전력 소스와 함께 밀봉될 수 있다. 일단 전지/전력 소스가 활성화되면, 가스는 본 명세서에 설명된 반응을 통해 소비될 것이다. 유리하계는, 이는 봉입체 내에 아르곤과 같은 회가스를 방지하는 것을 회피할 수 있다. 회가스는 전기화학적 전지 내의 금속과 반응하지 않을 것이기 때문에, 이들 회가스는 전기화학적으로 제거될 수 없다. 봉입체를 밀봉하기 전에 아르곤과 같은 회가스를 제거하는 것은 이러한 것을 해결하고, 이와 같이 함으로써 전기화학적 반응이 더 완전한 진공을 형성하게 한다.

[0100] 다른 대안으로서, 물 흡인기 또는 기계적 펌프가 전기화학적 전지를 활성화하기 전에 밀봉된 봉입체 내의 압력을 감소시키는 데 사용될 수 있다. 이는 봉입체 내의 압력을 감소시키고, 따라서 봉입체 내의 원하는 진공 레벨을 성취하도록 요구된 전기화학적 전지의 크기를 축소시키는 역할을 할 것이다.

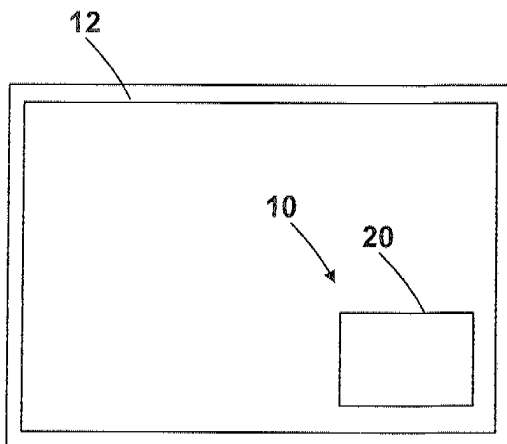
[0101] 본 발명의 상기 설명으로부터, 당 기술 분야의 숙련자들은 개량, 변경 및 수정을 인식할 수 있을 것이다. 당 기술 분야에서 이들 및 다른 이러한 개량, 변경 및 수정은 첨부된 청구범위에 의해 커버되도록 의도된다.

**부호의 설명**

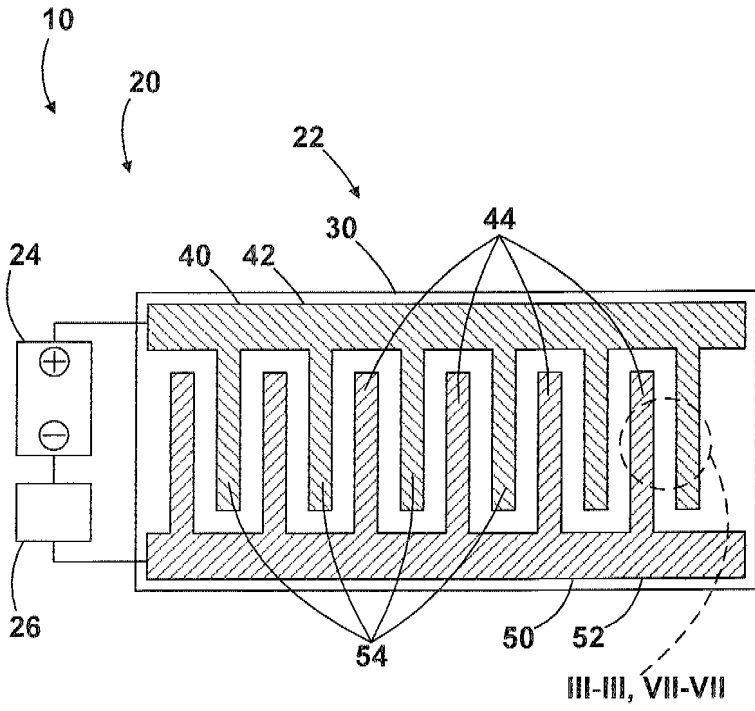
- |                |              |
|----------------|--------------|
| [0102] 10: 시스템 | 12: 봉입체      |
| 20: 장치         | 22: 전기화학적 전지 |
| 24: 전력 소스      | 26: 작동 수단    |
| 28: 히터         | 30: 고체 전해질   |
| 40: 캐소드        | 50: 애노드      |

**도면**

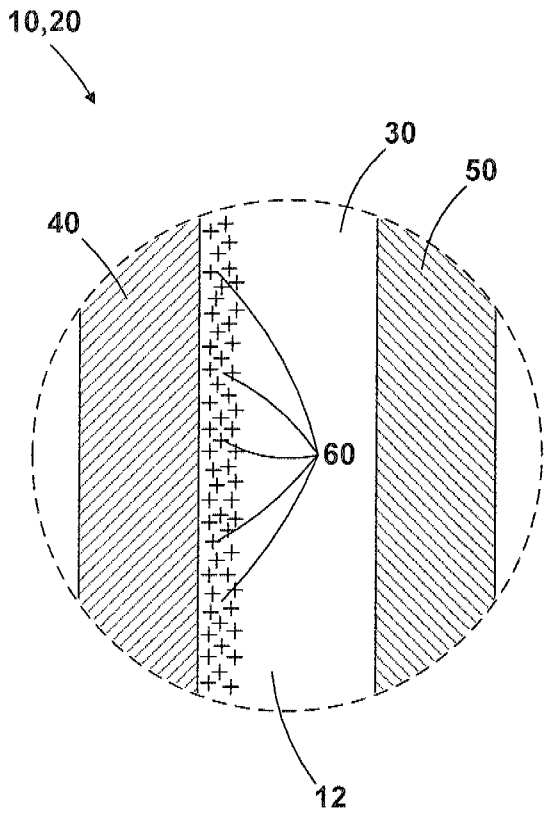
**도면1**



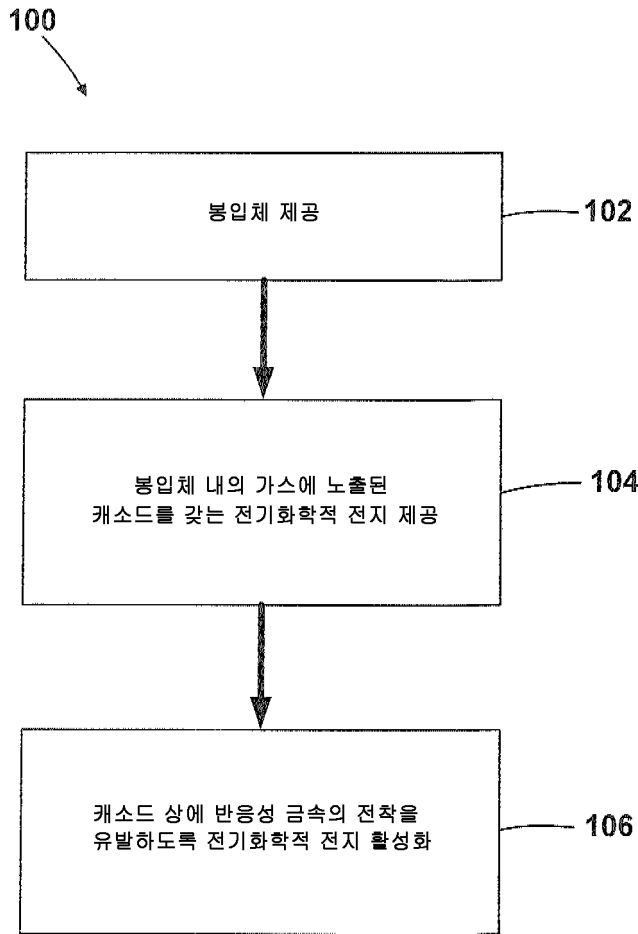
도면2



도면3

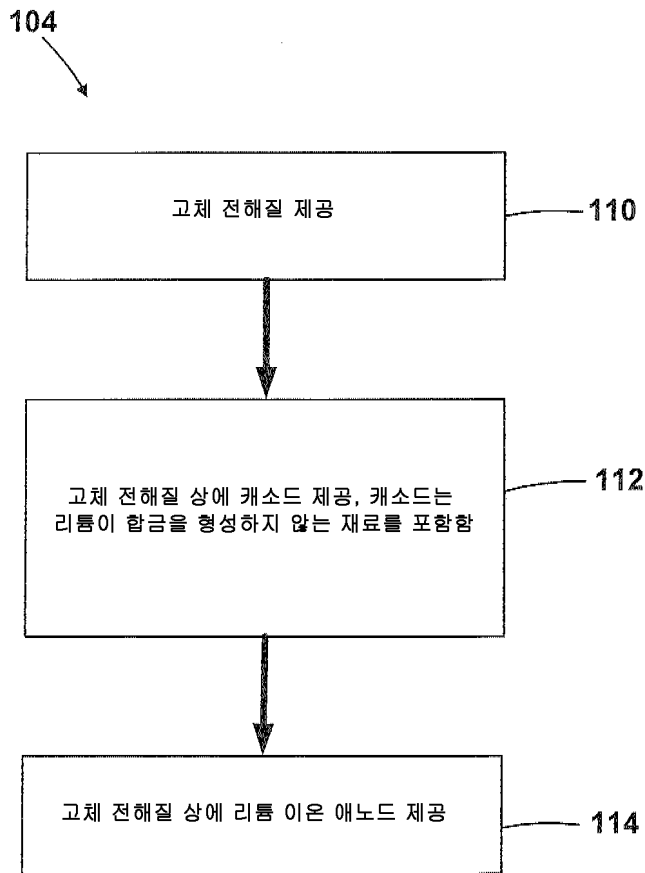


도면4

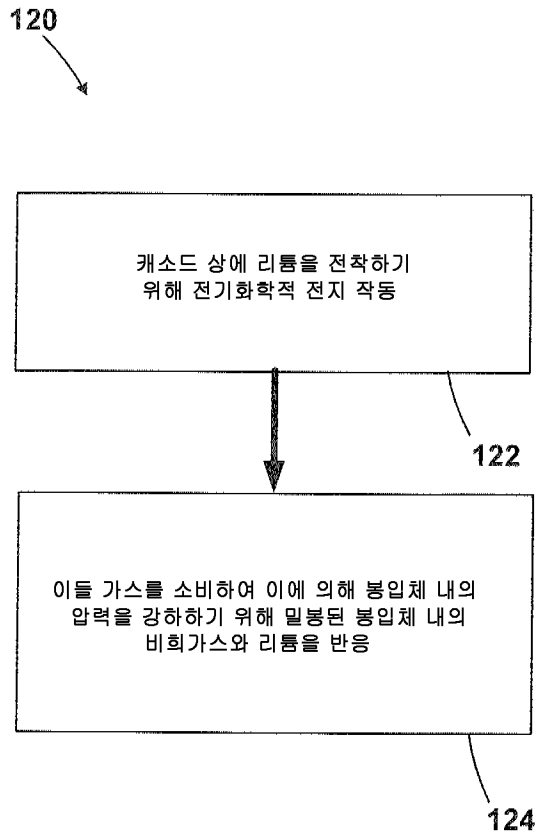




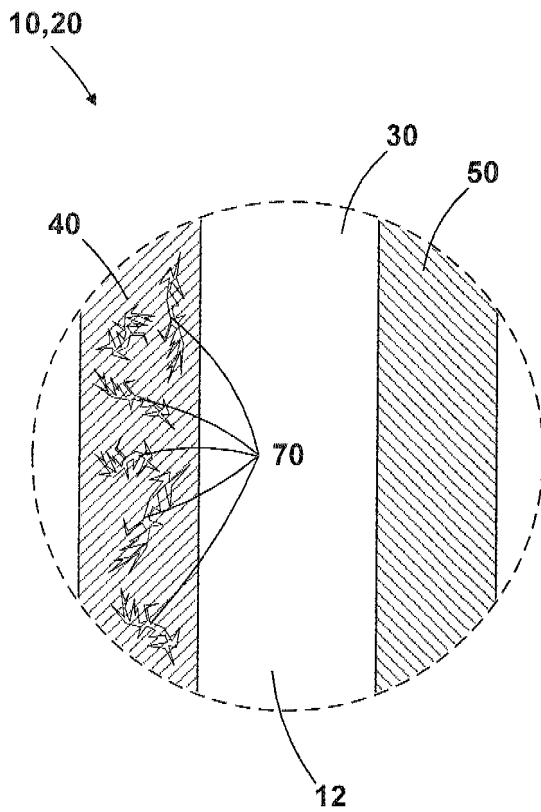
도면5



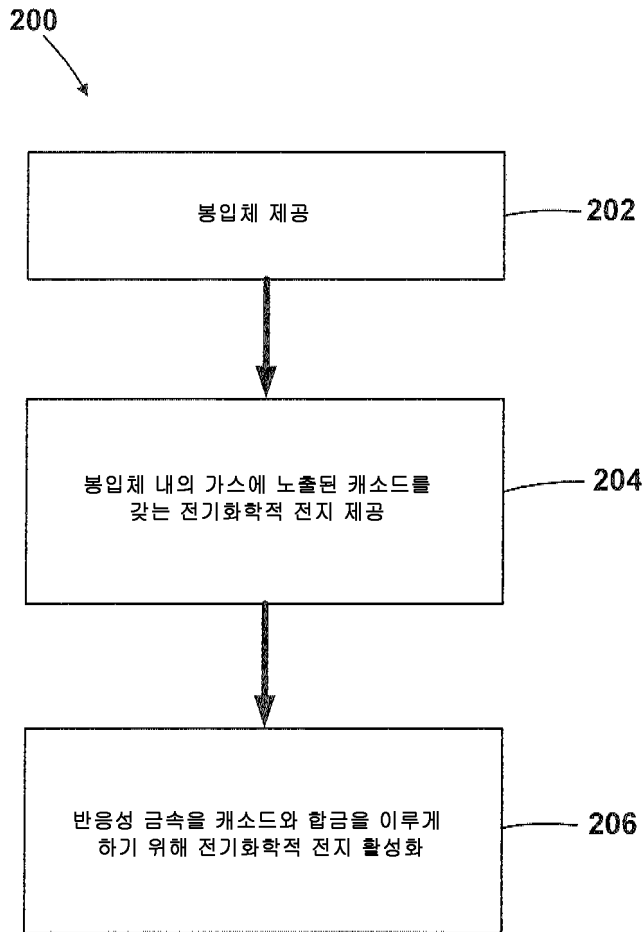
도면6



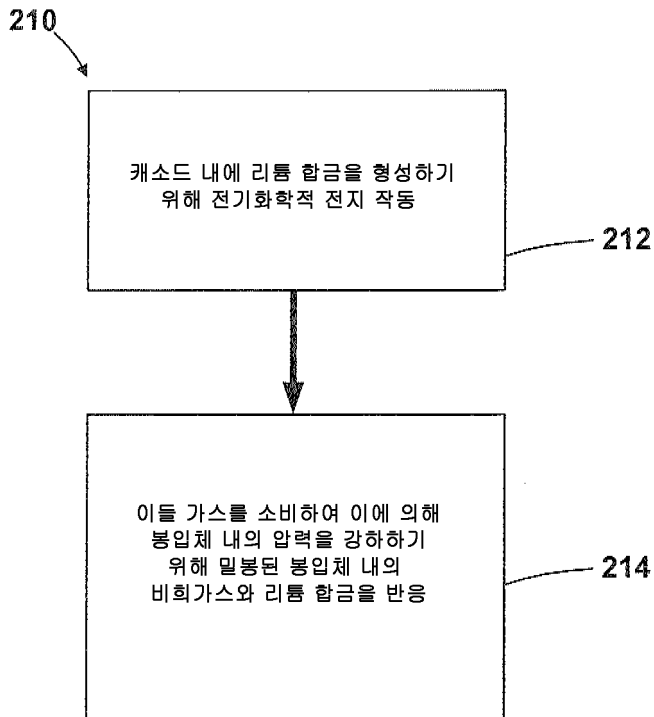
도면7



도면8



도면9



도면10

