(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0065587
(43) 공개일자 2011년06월16일

(51) Int. Cl.
H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0122144
(22) 출원일자 2009년12월10일
심사청구일자 2009년12월10일

(71) 출원인
광주과학기술원
광주 북구 오룡동 1번지
(72) 발명자
이재영
광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 환경공학과
주형국
광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 환경공학과
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이상

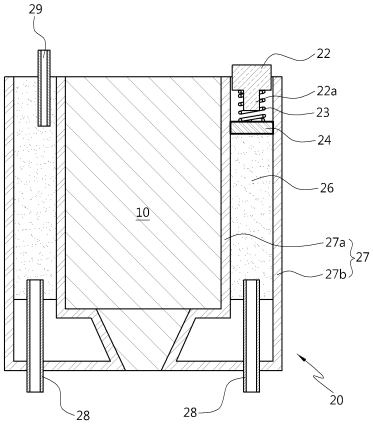
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 휴대용 직접 탄소 연료전지 및 이의 구동방법

(57) 요 약

휴대용 직접 탄소 연료전지 및 이의 구동방법을 제공한다. 상기 직접 탄소 연료전지는 탄소 재질인 음극, 용융 전해질 및 양극을 구비하는 전지 구조체와 상기 전지 구조체의 외측부에 배치되고, 적어도 열 에너지 유지부를 구비하는 전지 구동부를 포함한다. 또한, 상기 직접 탄소 연료전지 구동방법은 상기 열 에너지 유지부에 함유된 연소물질을 연소시켜, 상기 용융 전해질을 용융시키는 단계, 및 상기 음극 및 양극 사이에서 산화환원반응이 진행되어 전력이 발생되는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김진원

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 환경공학과

이재광

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 솔라에너지연구소

특허청구의 범위

청구항 1

탄소 재질인 음극, 용융 전해질 및 양극을 구비하는 전지 구조체; 및

상기 전지 구조체의 외측부에 배치되고, 적어도 열 에너지 유지부를 구비하는 전지 구동부를 포함하는 직접 탄소 연료전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전지 구동부는 상기 열 에너지 유지부에 접하는 발화부, 및 위치 변화에 의해 상기 발화부를 발화시키는 착화버튼을 더 구비하는 직접 탄소 연료전지.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 발화부는 황 또는 인으로 이루어지는 직접 탄소 연료전지.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전지 구동부는 내측벽 및 외측벽을 구비하여, 상기 내측벽 및 외측벽 사이에 상기 열 에너지 유지부를 수용하는 하우징부를 더 구비하는 직접 탄소 연료전지.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 열 에너지 유지부는 탄화된 톱밥 또는 질산칼륨등의 고체 연소물질이거나, 아세트산 나트륨과 같은 액체 연소물질인 직접 탄소 연료전지.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전지 구조체는 상기 양극, 상기 용융 전해질 및 상기 음극을 수용하는 다공성 수용부를 더 구비하고,

상기 양극은 상기 다공성 수용부 내측벽에 위치되며, 상기 용융 전해질은 상기 양극 및 음극 사이에 배치되는 직접 탄소 연료전지.

청구항 7

탄소 재질인 음극, 용융 전해질 및 양극을 구비하는 전지 구조체, 및 상기 전지 구조체의 외측부에 배치되고, 적어도 열 에너지 유지부를 구비하는 전지 구동부를 구비하는 직접 탄소 연료전지를 제공하는 단계;

상기 열 에너지 유지부에 함유된 연소물질을 연소시켜, 상기 용융 전해질을 용융시키는 단계; 및

상기 음극 및 양극 사이에서 산화환원반응이 진행되어 전력이 발생되는 단계를 포함하는 직접 탄소 연료전지 구동방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전지 구동부는 상기 열 에너지 유지부에 접하는 발화부, 및 위치 변화에 의해 상기 발화부를 발화시키는 착화버튼을 더 구비하며,

상기 열 에너지 유지부의 연소물질을 연소시키기 전에, 상기 착화버튼에 충격을 인가하여 상기 발화부를 발화시키는 단계를 더 포함하는 직접 탄소 연료전지 구동방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 직접 탄소 연료전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 휴대용 직접탄소 연료전지 및 이의 구동방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 직접 탄소 연료전지(DCFC; Direct Carbon Fuel Cell)는 탄소를 직접 전기로 변환시키는 장치로서, 높은 이론적인 전기화학적 전환효율을 가지고, 배출가스가 매우 적은 등의 장점으로 인해 새롭게 부상하고 있는 기술 중 하나이다.

[0003] 이러한 직접 탄소 연료전지는 천연가스, 프로판, 에탄올등과 같은 가스상의 연료를 개질하여 사용하는 기존의 수소연료전지에 비해 보관, 취급 및 운송이 용이하고, 고체상의 탄소를 직접 연료로 사용함으로써 연료의 개질이 요구되지 않으므로, 고가의 인프라 설비의 설치를 필요로 하지 않는다.

[0004] 그러나, 이러한 직접 탄소 연료전지는 현재 개발 초기 단계에 있어, 실질적으로 상용화하기 위한 기술이 아직 부족한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 장소에 제약을 받지 않고, 간편하게 이용할 수 있는 휴대용 직접 탄소 연료전지 및 이의 구동방법을 제공함에 있다.

[0006] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결수단

[0007] 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 직접 탄소 연료전지를 제공한다. 상기 직접 탄소 연료전지는 탄소 재질인 음극, 용융 전해질 및 양극을 구비하는 전지 구조체와 상기 전지 구조체의 외측부에 배치되고, 적어도 열 에너지 유지부를 구비하는 전지 구동부를 포함한다.

[0008] 상기 전지 구동부는 상기 열 에너지 유지부에 접하는 발화부, 및 위치 변화에 의해 상기 발화부를 발화시키는 착화버튼을 더 구비할 수 있으며, 상기 발화부는 황 또는 인으로 이루어질 수 있다.

[0009] 상기 전지 구동부는 내측벽 및 외측벽을 구비하여, 상기 내측벽 및 외측벽 사이에 상기 열 에너지 유지부를 수용하는 하우징부를 더 구비할 수 있다. 상기 열 에너지 유지부는 탄화된 톱밥 또는 질산칼륨등의 고체 연소물질이거나, 아세트산 나트륨과 같은 액체 연소물질일 수 있다.

[0010] 상기 전지 구조체는 상기 양극, 상기 용융 전해질 및 상기 음극을 수용하는 다공성 수용부를 더 구비하고, 상기 양극은 상기 다공성 수용부 내측벽에 위치되며, 상기 용융 전해질은 상기 양극 및 음극 사이에 배치될 수 있다.

[0011] 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 직접 탄소 연료전지 구동방법을 제공한다. 상기 직접 탄소 연료전지 구동방법은 탄소 재질인 음극, 용융 전해질 및 양극을 구비하는 전지 구조체, 및 상기 전지 구조체의 외측부에 배치되고, 적어도 열 에너지 유지부를 구비하는 전지 구동부를 구비하는 직접 탄소 연료전지를 제공하는 단계, 상기 열 에너지 유지부에 함유된 연소물질을 연소시켜, 상기 용융 전해질을 용융시키는 단계, 및 상기 음극 및 양극 사이에서 산화환원반응이 진행되어 전력이 발생되는 단계를 포함한다.

[0012] 상기 전지 구동부는 상기 열 에너지 유지부에 접하는 발화부, 및 위치 변화에 의해 상기 발화부를 발화시키는

착화버튼을 더 구비하며, 상기 직접 탄소 연료전지 구동방법은 상기 열 에너지 유지부의 연소물질을 연소시키기 전에, 상기 착화버튼에 충격을 인가하여 상기 발화부를 발화시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

효 과

[0013] 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 직접 탄소 연료전지는 충격식 전지 구동부를 구비함으로써 연료전지의 구동을 위한 별도의 전원장치가 요구되지 않으며, 구조가 간단하기 때문에, 휴대용 연료전지로서 쉽게 사용될 수 있다. 따라서, 장소에 제약을 받지 않고, 응급시에도 안정적으로 전력을 생산해낼 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 도면들에 있어서, 층 및 영역들의 두께는 명확성을 기하기 위하여 과장된 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 탄소 연료전지의 구조를 도시한 단면도이다.

[0016] 도 1을 참조하면, 상기 직접 탄소 연료전지는 전지 구조체(10) 및 상기 전지구조체(10)의 외측부에 배치된 전지 구동부(20)를 구비한다. 상기 전지 구조체(10)는 직접 탄소 연료전지(DCFC; Direct Carbon Fuel Cell)일 수 있다.

[0017] 상기 전지 구동부(20)는 하우징부(27)를 구비할 수 있다. 상기 하우징부(27)는 내측벽(27a)과 외측벽(27b)으로 구성될 수 있다. 상기 하우징부(27)가 구비됨으로써 외부의 충격에 의한 전지 구조체(10)의 손상을 방지할 수 있다. 상기 하우징부(27)는 알루미나(Al_2O_3) 재질을 사용하여 형성할 수 있다.

[0018] 상기 하우징부(27)의 내측벽(27a)과 외측벽(27b) 사이에는 열 에너지 유지부(26)가 배치될 수 있다. 상기 열 에너지 유지부(26)는 연소물질을 사용하여 형성할 수 있다. 상기 연소물질은 탄화된 톱밥 또는 질산칼륨등의 고체 연소물질이거나, 아세트산 나트륨과 같은 액체 연소물질일 수 있다.

[0019] 상기 열 에너지 유지부(26)를 포함하는 하우징부(27)는 상기 전지 구조체(10)로부터 분리 가능하도록 제조할 수 있다. 이 경우, 상기 열 에너지 유지부(26) 내에 함유된 연소물질이 지속적으로 사용되어 소멸되는 경우 교체가 가능할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 연소물질이 액체 연소물질인 경우에는 상기 하우징부(27)로부터 상기 열 에너지 유지부(26) 내부까지 연장된 연소물질 주입구(미도시)를 구비하여, 액체 연소물질을 주입할 수 있다. 그 결과, 직접 탄소 연료전지는 지속적으로 재사용될 수 있다.

[0021] 한편, 상기 하우징부(27)의 내측벽(27a)과 외측벽(27b) 사이의 일 측부에는 상기 열 에너지 유지부(26)에 접하는 발화부(24)와 상기 발화부(24) 상부에 위치되며, 외부에 상부면 일부가 노출되어, 외부의 압력에 의해 상하로 위치가 변화되는 착화버튼(22)이 구비될 수 있다. 이때, 상기 착화버튼(22)의 하부면에는 착화부(22a)가 위치되며, 상기 착화버튼(22)의 위치가 변화되는 경우, 상기 착화부(22a)와 상기 발화부(24)는 접촉될 수 있다.

[0022] 한편, 상기 착화버튼(22)과 상기 발화부(24) 사이에는 내부에 빈 공간을 구비하는 탄성부재(23)가 위치할 수 있는데, 상기 탄성부재(23)의 내부 빈 공간에는 상기 착화부(22a)가 위치할 수 있다. 이러한 탄성부재(23)는 상기 착화버튼(22)과 상기 발화부(24) 사이에 소정 간격을 제공하여, 외부의 압력이 없을 때에 상기 상기 착화부(22a)와 발화부(24)가 접촉되는 것을 방지할 수 있다.

[0023] 상기 발화부(24)는 상기 착화부(22a)와의 충격에 의해 열 에너지를 발생시키는 물질을 사용하여 형성할 수 있으며, 일 예로서, 상기 발화부(24)는 인 또는 황등의 고체 발화물질일 수 있다. 상기 착화부(22a)는 유리가루 또는 규조토와 같은 표면 거칠기가 높은 물질로 이루어질 수 있다.

[0024] 또한, 상기 전지 구동부(20)의 하부에는 일 측부가 상기 열 에너지 유지부(26)에 접하고, 다른 측부가 연료전지의 외부와 연결되어, 상기 열 에너지 유지부(26)에 공기를 공급하기 위한 제1 공기 주입구(28)를 구비할 수 있

다.

[0025] 상기 전지 구동부(20)의 상부에는 일 측부가 상기 열 에너지 유지부(26)에 접하고, 다른 측부가 연료전지의 외부와 연결되어, 상기 열 에너지 유지부(26) 내에 발생된 반응가스를 배출시키는 제1 가스 배출구(29)를 구비할 수 있다. 이러한 제1 공기 주입구(28) 및 제1 가스 배출구(29)는 다수 개로 구비될 수 있다.

[0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전지 구조체의 구조를 도시한 단면도이다.

[0027] 도 2를 참조하면, 상기 전지 구조체(10)는 다공성 수용부(15)와 상기 다공성수용부(15)에 수용되는 음극(12), 용융전해질(14) 및 양극(16)을 구비하며, 상기 양극(16)은 상기 다공성 수용부(15)의 내측벽에 위치되고, 상기 용융전해질(14)은 상기 음극(12) 및 양극(16) 사이에 위치될 수 있다.

[0028] 상기 다공성 수용부(15)는 음극(12), 용융전해질(14) 및 양극(16)을 지지하는 역할을 할 수 있으며, 산소 등의 기체를 통과시킬 수 있도록 다공성 구조로 구성될 수 있다. 상기 다공성 수용부(15)는 알루미나 재질로 이루어질 수 있다.

[0029] 상기 양극(16)은 발포제를 포함하여, 다공성 구조로 이루어질 수 있으며, 티타늄이 도핑된 연강(mild steel), 티타늄이 도핑된 니켈, 스테인리스 스틸 또는 니켈 기반 합금을 사용하여 형성할 수 있다. 일 예로서, 상기 니켈 기반 합금은 Inconel 600(72%Ni-15%Cr-8%Fe) 또는 Permalloy 80(80% Ni-20% Fe)일 수 있다.

[0030] 상기 양극(16)은 이와 같은 물질에 촉매 담지체를 더 포함할 수 있다. 상기 담지체는 전기적으로 부도체인 물질을 사용할 수 있으며, 직접 탄소 연료전지의 동작온도에서 안정적인 물질을 사용할 수 있다. 구체적으로, 상기 담지체는 알루미나, 마그네시아, 다공성 세라믹, 금속 또는 유리등의 물질을 함유할 수 있으며, 상기 촉매는 백금을 포함할 수 있다.

[0031] 상기 전지 구조체(10)는 상기 양극(16)과 전기적으로 접속된 양극 집전체(17)를 구비할 수 있다. 상기 양극 집전체(17)는 니켈, 금, 은 또는 백금의 금속 와이어로 이루어질 수 있다.

[0032] 상기 음극(12)은 탄소재질로 이루어져 있어, 전극으로서의 역할뿐만 아니라, 연료로서 이용될 수 있다. 상기 음극(12)은 막대형상을 가질 수 있다. 따라서, 상기 탄소 연료전지로부터 쉽게 분리될 수 있고, 필요시 교체가 용이할 수 있다.

[0033] 구체적으로, 상기 음극(12)은 그라파이트형(graphite type) 탄소재질로 이루어질 수 있으며, 일 예로서, 탄소재질은 석탄, 페트로리움 코크스(petroleum coke) 또는 콜코스(coal coke)의 탄소를 포함할 수 있다.

[0034] 상기 음극(12)은 전기적으로 접속된 음극 집전체(13)를 구비할 수 있다. 이때, 상기 음극 집전체(13)는 일 측부가 상기 음극(12)의 일 측부와 접지된 형상으로 구비되거나, 상기 음극 집전체(13)의 일 측부가 상기 음극(12)의 외주부를 나선형으로 감겨진 상태로 구비될 수 있다. 상기 음극 집전체(13)는 니켈, 금, 은 또는 백금의 금속 와이어로 이루어질 수 있다.

[0035] 상기 용융전해질(14)은 금속 수산화물 또는 탄산염을 함유할 수 있으며, 좀 더 자세하게는 상기 용융전해질은 칼슘, 알루미늄, 세슘, 포타슘, 소듐, 루비듐, 스트론튬을 함유할 수 있다.

[0036] 상기 전지 구조체(10)는 하부에는 일 측부가 상기 양극(16)과 접하고, 다른 측부가 연료전지의 외부와 연결되어, 상기 양극(16)에 공기를 공급하는 제2 공기 주입구(18)를 구비한다. 상기 제2 공기 주입구(18)는 상기 양극(16) 내부로 유입되는 공기가 효율적으로 분산될 수 있도록 에어 버블러(Air Bubbler)를 사용할 수 있다.

[0037] 또한, 상기 전지 구조체(10)의 상부에는 일 측부가 상기 용융전해질(14)과 접하고, 다른 측부가 연료전지의 외부와 연결되어, 상기 용융전해질 내에 생성된 반응가스를 외부로 배출시키기 위한 제2 가스 배출구(19)가 구비될 수 있다.

[0038] 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 탄소 연료전지의 구동방법에 대해 자세히 설명한다.

[0039] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 직접 탄소 연료전지의 착화버튼(22)에 압력을 가하여, 상기 발화부(24)에 충격이 가해지면, 상기 발화부(24)는 하부로 위치가 변화되어, 상기 착화버튼(22)의 착화부(22a)와 발화부(24)가 접

촉된다. 그 결과, 상기 착화부(22a)와 발화부(24) 사이에서는 스파크가 발생되어, 상기 발화부(24)는 발화될 수 있다.

[0040] 이 때, 상기 발화부(24)는 열 에너지 유지부(26)의 연소물질을 연소시킬 수있는 온도까지 발화될 수 있다. 이때, 상기 연소물질을 연소시킬 수 있는 온도는 500℃ 내지 850℃일 수 있다.

[0041] 그 결과, 상기 열 에너지 유지부(26)에서는 연소물질의 연소로 인해, 상기 발화된 온도를 지속적으로 유지시켜 줄 수 있으므로, 상기 전지 구조체(10) 내의 용융전해질(14)을 용융시키고, 상기 음극(12) 및 양극(16) 사이의 산화환원반응을 발생시켜, 전력을 발생시킬 수 있다.

[0042] 이를 위해, 상기 열 에너지 유지부(26)에서는 상기 제1 공기 주입구(28)를 통해 지속적으로 산소를 공급받을 수 있고, 상기 열 에너지 유지부(26)의 연소물질과 산소의 반응으로 생성되는 가스들은 제1 가스 배출구(29)를 통해 지속적으로 배출될 수 있다.

[0043] 이와 같이 상기 열 에너지 유지부(26)는 제1 공기 주입구(28) 및 제1 가스 배출구(29)를 통해 산소의 공급 및 가스의 배출이 지속적으로 수행되므로, 상기 열 에너지 유지부(26)의 동작은 지속적으로 이루어질 수 있다.

[0044] 상기 산화환원반응을 구체적으로 설명하면, 상기 음극(12)에서는 하기 반응식 1과 같이 전해질(14) 내에 함유된 OH^-와 음극(12)에 함유된 연료 즉, C와의 반응으로, CO_2, H_2O 및 전자들(e^-)을 발생시킬 수 있다. 이 때, 상기 발생된 CO_2는 제2 가스 배출구(19)를 통해 배출될 수 있으며, 상기 H_2O 및 전자들은 양극(16)으로 이동될 수 있다. 이때, 상기 H_2O는 용융전해질(14)을 통해 이동될 수 있고, 상기 전자들은 상기 양극(16)과 음극(12) 사이에 전기적으로 연결된 회로를 따라 이동될 수 있다.

[0045] 이와 동시에, 상기 양극(16)에서는 하기 반응식 2와 같이 제2 공기 주입구(18)를 통해 공급된 산소와 상기 음극(12)로부터 발생된 H_2O 및 전자들을 전달받아, OH^-를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 상기 음극(12)는 상기 양극(16)에서 생성된 OH^-를 지속적으로 공급받을 수 있으므로, 지속적으로 전자들을 발생시킬 수 있다.

[0046] 전체 반응식은 하기 반응식 3과 같이 탄소와 산소가 반응하여, 이산화탄소를 생성시킬 수 있다.

반응식 1

[0047] $C + 4OH^- \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 4e^-$

반응식 2

[0048] $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

반응식 3

[0049] $C + O_2 \rightarrow CO_2$

[0050] 상기와 같이 본 발명에 따른 직접 탄소 연료전지는 충격식 전지 구동부를 구비함으로써 연료전지의 구동을 위한 별도의 전원장치가 요구되지 않으며, 구조가 간단하기 때문에, 휴대용 연료전지로서 쉽게 사용될 수 있다. 따라서, 장소에 제약을 받지 않고, 응급시에도 안정적인 전력생산이 가능해 질 수 있다.

[0051] 또한, 상기 음극 연료체 또는 열 에너지 유지부를 구비하는 하우징부는 직접 탄소 연료전지로부터 분리 가능하도록 제조되어, 필요시 간단하게 교체될 수 있으므로, 지속적인 연료전지의 사용이 가능해질 수 있다.

[0052] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 및 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러가지 변형 및 변경이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 탄소 연료전지의 구조를 도시한 단면도이다.

[0054] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전지 구조체의 구조를 도시한 단면도이다.

[0055] <주요 도면 부호의 간단한 설명>

[0056] 10: 전지 구조체 12: 음극 연료체

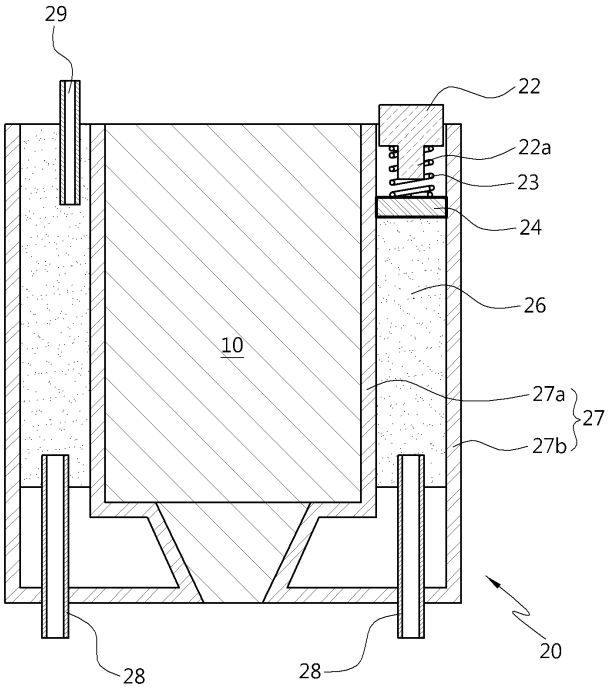
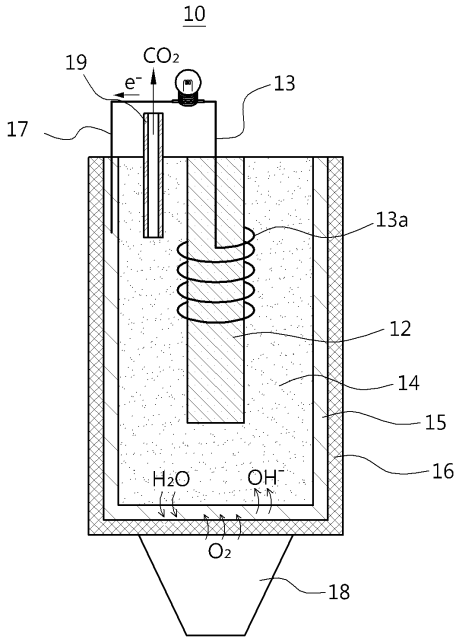
[0057] 14: 용융 전해질 16: 양극

[0058] 20: 전지 구동부 22: 착화버튼

[0059] 22a: 착화부 24: 발화부

도면

도면1



도면2