



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월07일
(11) 등록번호 10-1955692
(24) 등록일자 2019년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 12/08 (2015.01) C01B 3/34 (2006.01)
H01M 10/054 (2010.01) H01M 10/0562 (2010.01)
H01M 16/00 (2006.01) H01M 4/134 (2010.01)
H01M 4/92 (2006.01) H01M 4/96 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01M 12/08 (2019.01)
C01B 3/34 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0115967

(22) 출원일자 2017년09월11일

심사청구일자 2017년09월11일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150091834 A*

US20170137951 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

숙명여자대학교 산학협력단

서울특별시 용산구 청파로47길 100 (청파동2가, 숙명여자대학교)

(72) 발명자

김건태

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김정원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전용준

전체 청구항 수 : 총 18 항

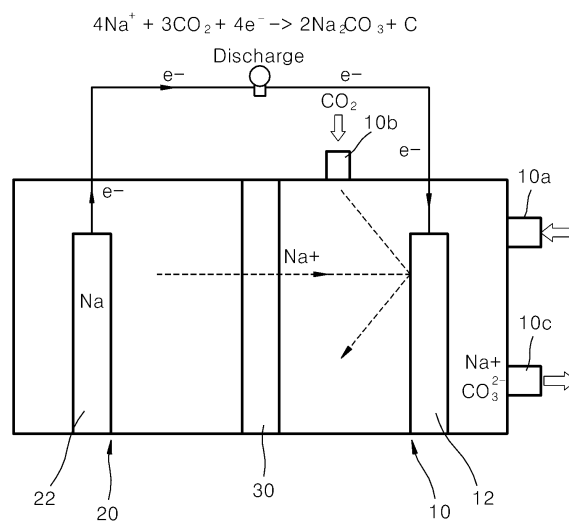
심사관 : 강연무

(54) 발명의 명칭 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템

(57) 요약

본 발명에 의한 이산화탄소를 포집하는 해수전지는, 충전시 발생된 전자가 충전되며 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 저장되고, 방전시 저장된 나트륨 금속이 산화되며 전자가 발생되는 음극부; 충전시 해수로부터 상기 음극부로 나트륨 이온이 이동되며 상기 음극부로 이동하는 전자가 발생되고, 방전시 음극부에서 발생된 전자가 방전되며 상기 음극부에서 산화된 나트륨 이온이 이동되는 양극부; 상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 상기 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질을 포함하며, 상기 양극부에서는 방전시 외부에서 전달된 이산화탄소가 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집되어 해수에 용해되는 반응이 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다. 본 발명에 의한 이산화탄소를 포집하는 해수전지 및 그 복합시스템을 이용하면, 온실가스인 대기 중 이산화탄소의 농도 증가를 방지할 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01M 10/054 (2013.01)
H01M 10/0562 (2013.01)
H01M 16/006 (2013.01)
H01M 4/134 (2013.01)
H01M 4/92 (2013.01)
H01M 4/96 (2013.01)
C01B 2203/066 (2013.01)
H01M 2300/0002 (2013.01)
H01M 2300/0025 (2013.01)

신지영

서울특별시 마포구 만리재로 35, 303호 (신공덕동,
 공덕프로포즈2)

(72) 발명자

김창민

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711044399
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 개인연구지원
 연구과제명 친환경 에너지 변환을 위한 프로톤 전도성 고체산화물 연료전지 전극 소재의 개발 및 공정
 기 여 율 8/10
 주관기관 울산과학기술원
 연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711054711
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구(미래부)
 연구과제명 새로운 합침법을 이용한 고성능/고신뢰성 고체산화물연료전지 나노구조 연료극 개발
 기 여 율 2/10
 주관기관 숙명여자대학교
 연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

충전시 발생된 전자가 충전되며 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 저장되고, 방전시 저장된 나트륨 금속이 산화되며 전자가 발생하는 음극부;

충전시 해수로부터 상기 음극부로 나트륨 이온이 이동되며 상기 음극부로 이동하는 전자가 발생되고, 방전시 상기 음극부에서 발생된 전자가 방전되며 상기 음극부에서 산화된 나트륨 이온이 이동되는 양극부;

상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 상기 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질을 포함하며,

상기 양극부에서는 방전시 외부에서 전달된 이산화탄소가 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집되어 해수에 용해되는 반응이 이루어지고,

상기 음극부는, 나트륨 금속을 포함하는 음극 집전체를 포함하고,

상기 양극부에서는 충전시 다음 [반응식 1],[반응식 2] 중 적어도 어느 하나의 반응이 일어나고, 방전시 다음 [반응식 3]의 반응이 일어나고,

상기 양극부는 상기 해수에 함침되는 양극 집전체를 포함하며,

일측에 상기 해수가 유입되는 해수 유입구가 형성되고,

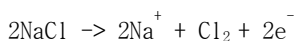
상기 해수 유입구보다 상측에 충,방전시 발생하는 가스가 배출되는 가스 출입구가 형성되며,

상기 해수 유입구보다 하측에 상기 양극부에 공급된 해수가 배출될 때 상기 탄산나트륨이 용해되어 함께 배출되는 해수 배출구가 형성되고,

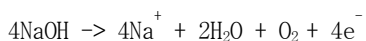
해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며,

상기 양극부의 해수 배출구는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결되는, 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

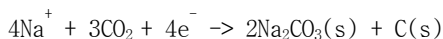
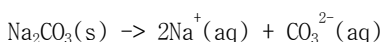
[반응식 1]



[반응식 2]



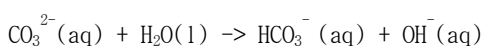
[반응식 3]



[반응식 4]



[반응식 5]



청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 음극부는, 상기 음극 집전체의 표면에 형성되는 음극 활물질층, 상기 음극 집전체가 함침되는 액상의 유기 전해질을 더 포함하는 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 양극부에는 방전시 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시키는 촉매가 사용되며, 상기 촉매는 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나가 사용되는, 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

청구항 7

해수로부터 나트륨 이온을 이동시키며, 전자가 발생하는 제1양극부;

충전시 상기 제1양극부로부터 이동된 전자가 충전되고 상기 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 저장되며, 방전시 상기 저장된 나트륨 금속이 산화되며 전자가 발생하는 음극부;

상기 음극부와 상기 제1양극부 사이에 개재되어 상기 제1양극부에서 해리된 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 제1고체 전해질;

상기 음극부에서 산화된 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 제2고체 전해질; 및

상기 제2고체 전해질을 통과한 나트륨 이온과 외부에서 전달된 이산화탄소의 화학 반응에 의해 탄산나트륨이 생성되어 해수에 용해되며, 상기 음극부로부터 이동된 전자가 방전되는 제2양극부;

를 포함하는 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제1양극부에는 상기 해수가 유입되는 해수 유입구 및 상기 화학반응에 의해 발생하는 가스가 배출되는 가스 출입구, 상기 유입된 해수가 상기 화학반응 후 배출되는 담수 배출구가 형성되는, 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 제2양극부에는 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시킬 수 있도록 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나의 촉매가 사용되며,

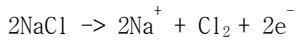
상기 해수가 유입되는 유입구 및 상기 유입된 해수가 상기 용해된 탄산나트륨과 함께 배출되는 배출구가 형성되는 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

청구항 10

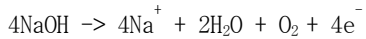
청구항 7 내지 청구항 9 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1양극부에서는 다음 [반응식 1],[반응식 2] 중 적어도 어느 하나가 일어나고, 상기 제2양극부에서는 다음 [반응식 3]이 일어나는 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

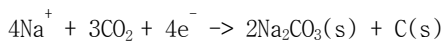
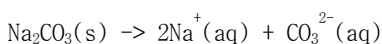
[반응식 1]



[반응식 2]



[반응식 3]



청구항 11

청구항 10에 있어서,

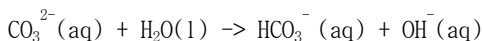
해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며,

상기 제2양극부의 배출구는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학 반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결되는, 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

[반응식 4]



[반응식 5]



청구항 12

청구항 7 내지 청구항 9 중 어느 한 항에 있어서,

상기 해수전지는, 나트륨 이온의 이동방향을 따라 일렬 구조로 형성되는 이산화탄소를 포집하는 해수전지.

청구항 13

나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부;

나트륨 금속계로 이루어지며 액상의 유기 전해질에 함침되는 음극 집전체 및 상기 음극 집전체 표면에 위치하는 음극 활물질 층을 포함하는 음극부; 및

상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질;

을 포함하며,

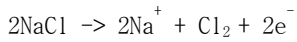
상기 양극부에는 방전시 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집될 수 있는 이산화탄소가 공급되고,

상기 양극부에서는 충전시 [반응식 1],[반응식 2] 중 적어도 어느 하나가 일어나고, 방전시 다음 [반응식 3]이 일어나는 이산화탄소를 포집하고,

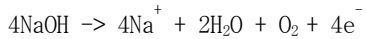
해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며,

상기 양극부는 상기 해양에서 상기 탄산나트륨이 용해되어 카보네이트 이온이 발생되며 다음의 [반응식5]의 반응이 일어나 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록, 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결되는, 이산화탄소를 포집하는 나트륨 이차전지.

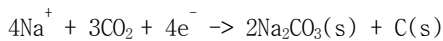
[반응식 1]



[반응식 2]



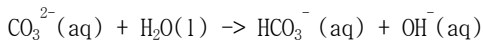
[반응식 3]



[반응식 4]



[반응식 5]



청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

해수 또는 나트륨 함유 용액을 이용하는 화학반응에 의해 충,방전 반응이 이루어지는 나트륨 이차전지;

메탄과 수증기의 개질 반응에 의해 수소가 생산되며, 이산화탄소가 발생하는 메탄-수증기 개질기; 및

상기 나트륨 이차전지의 방전시 상기 이산화탄소가 상기 나트륨 이차전지의 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산 나트륨으로 포집되어 해수에 용해될 수 있도록, 상기 메탄-수증기 개질기에서 발생한 이산화탄소를 상기 나트륨 이차전지에 전달하는 이산화탄소 전달부;

를 포함하는 이차전지 복합시스템.

청구항 17

해수 또는 나트륨 함유 용액을 이용하는 화학반응에 의해 충,방전 반응이 이루어지는 나트륨 이차전지; 및

상기 나트륨 이차전지의 충전시 발생하는 산소를 공급받는 연료전지;

를 포함하며,

상기 나트륨 이차전지에는, 방전시 이산화탄소가 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집되어 해수에 용해될 수 있도록, 상기 이산화탄소가 외부에서 전달되는,

이차전지 복합시스템.

청구항 18

메탄과 수증기의 개질 반응에 의해 수소가 생산되며, 이산화탄소가 발생하는 메탄-수증기 개질기;

충전시 해수 또는 나트륨 함유 용액의 나트륨 이온이 이동되며 전자가 충전되고 산소가 발생되며, 방전시 상기

나트륨이 산화되며 전자가 방전되고 외부에서 전달된 이산화탄소가 상기 산화된 나트륨 이온과 반응하여 탄산나트륨으로 포집되는 나트륨 이차전지; 및

수소와 산소가 반응하여 물이 발생하는 연료전지;

를 포함하며,

상기 메탄-수증기 개질기에서 생산된 수소는 상기 연료전지에 공급되고, 그 개질 반응에 의해 발생된 이산화탄소는 상기 나트륨 이차전지에 전달되며,

상기 나트륨 이차전지에서 발생된 산소는 상기 연료전지에 공급되고,

상기 연료전지에서 발생된 물이 상기 메탄-수증기 개질기에 수증기로 공급되는,

이차전지 복합시스템.

청구항 19

청구항 16 내지 청구항 18 중 어느 한 항에 있어서,

상기 나트륨 이차전지는

해수 또는 나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부;

나트륨 금속계로 이루어지며 액상의 유기 전해질에 함침되는 음극 집전체 및 상기 음극 집전체 표면에 위치하는 음극 활물질 층을 포함하는 음극부; 및

상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질;

을 포함하는 이차전지 복합시스템.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

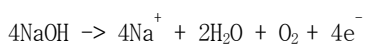
상기 양극부에는 방전시 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시키는 촉매가 사용되며, 상기 촉매는 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나가 사용되는, 이산화탄소를 포집하는 이차전지 복합시스템.

청구항 21

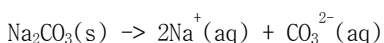
청구항 18에 있어서,

상기 양극부에서는 충전시 다음 [반응식 2]의 반응이 일어나고, 방전시 다음 [방정식 3]의 반응이 일어나는 이산화탄소를 포집하는 이차전지 복합시스템.

[반응식 2]



[반응식 3]



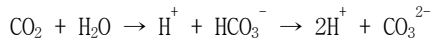
청구항 22

청구항 21에 있어서,

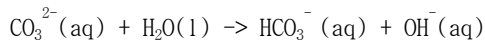
해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며,

상기 양극부는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결되는, 이차전지 복합시스템.

[반응식 4]



[반응식 5]



청구항 23

청구항 18에 있어서,

상기 메탄-수증기 개질기에는 수증기 보충부가 더 포함되며,

상기 연료전지에는 수소 보충부 및 산소 보충부가 더 포함되는,

이차전지 복합시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 온실가스의 주 원인이 되는 이산화탄소를 카보네이트로 포집, 저장할 수 있는 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대사회에서는 기술발전과 함께 에너지의 중요성도 커지고 있으며, 화석에너지처럼 연료고갈문제 및 환경오염 문제없이 지속적으로 이용 가능하며 친환경적인 깨끗한 에너지를 개발하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 그 결과로 환경을 이용하는 태양열/광, 풍력 에너지 등이 개발되었다. 그러나 상기한 친환경적인 에너지원들은 흐리거나 바람이 불지 않는 등의 경우에는 이용할 수 없어 에너지를 만들 수 없기 때문에 친환경적으로 만든 에너지를 저장하는 기술의 중요성 또한 증가하고 있다.

[0003] 에너지 저장 방법으로 대표적인 것으로 리튬 이온 전지를 들 수 있는데, 이 전지는 원료인 리튬이 비싸고 양이 한정되어 있다는 단점이 있다. 따라서 최근에는 리튬 이온 전지를 대체할 방법으로 해수전지에 대한 기술 개발이 부각되고 있다.

[0004] 해수전지는 바닷물(해수)에서 용이하게 얻을 수 있는 나트륨(Na)을 이용하여 전기를 저장하고 그 저장된 에너지를 제공하는 이차전지의 일종이다. 지구 표면적은 약 70%가 바다로 이루어져 있고, 그 중 약 3.5%가 이온으로 이루어져 있으며, 상기 3.5% 이온 중 나트륨 이온은 약 30.6%가 존재한다. 따라서 해수전지에 필요한 나트륨 이온을 고갈 염려없이 저비용으로 쉽게 얻을 수 있는 점이 중요한 장점 중 하나이다.

[0005] 한편 환경문제와 관련하여 최근 가속화되고 있는 지구 온난화 문제의 심각성이 크게 부각되고 있어 온실가스의 주원인인 이산화탄소를 포집하여 저장하기 위한 기술개발이 절실히 요구되고 있다.

[0006] 따라서 해수전지의 반응 메커니즘에 이산화탄소를 포집할 수 있는 메커니즘을 포함시킬 수 있다면 그 시너지 효과(synergy effect)의 과급력이 매우 클 것으로 기대된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2015-0091834호(공개일자:2015년8월12일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은, 해수 또는 나트륨 함유 용액의 화학반응을 이용하여 충,방전 반응을 함과 동시에 방전시 이산화탄소를 탄산나트륨으로 포집할 수 있는 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템을 제공한다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 목적은, 해수에 용해된 탄산나트륨 중 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 수산화 이온이 생성되어 해수의 산성화를 방지할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 목적은, 메탄-수증기 개질기의 수소 생산에 부수적으로 발생하는 이산화탄소를 해수 또는 나트륨 함유 용액의 화학반응을 이용하는 이차전지에서 포집할 수 있는, 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템을 제공한다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은, 해수 또는 나트륨 함유 용액의 화학반응을 이용하는 이차전지에서 충전시 발생하는 산소를 연료전지에 공급할 수 있는, 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은, 해수 또는 나트륨 함유 용액의 화학반응을 이용하는 이차전지와 메탄 수증기 개질기, 그리고 연료전지를 하나의 시스템으로 연계시킬 수 있는 이산화탄소를 포집하는 이차전지 및 그 복합시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 이산화탄소를 포집하는 해수전지는, 충전시 발생된 전자가 충전되며 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 저장되고, 방전시 저장된 나트륨 금속이 산화되며 전자가 발생되는 음극부; 충전시 해수로부터 상기 음극부로 나트륨 이온이 이동되며 상기 음극부로 이동하는 전자가 발생되고, 방전시 상기 음극부에서 발생된 전자가 방전되며 상기 음극부에서 산화된 나트륨 이온이 이동되는 양극부; 상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 상기 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질을 포함하며, 상기 양극부에서는 방전시 외부에서 전달된 이산화탄소가 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집되어 해수에 용해되는 반응이 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 음극부는, 나트륨 금속을 포함하는 음극 집전체 및 상기 음극 집전체의 표면에 형성되는 음극 활물질층, 상기 음극 집전체가 함침되는 액상의 유기 전해질을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 양극부에서는 충전시 다음 [반응식 1],[반응식 2] 중 적어도 어느 하나의 반응이 일어나고, 방전시 다음 [반응식 3]의 반응이 일어날 수 있다.
- [0016] [반응식 1]
- [0017] $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- [0018] [반응식 2]
- [0019] $4\text{NaOH} \rightarrow 4\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
- [0020] [반응식 3]
- [0021] $4\text{Na}^+ + 3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s})$
- [0022] $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- [0023] 상기 양극부는 상기 해수에 함침되는 양극 집전체를 포함하며, 일측에 상기 해수가 유입되는 해수 유입구가 형성되고, 상기 해수 유입구보다 상측에 충,방전시 발생하는 가스가 배출되는 가스 출입구가 형성되며, 상기 해수 유입구보다 하측에 상기 양극부에 공급된 해수가 배출될 때 상기 탄산나트륨이 용해되어 함께 배출되는 해수 배출구가 형성될 수 있다.
- [0024] 해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며, 상기 양극부의 해수 배출구는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다.

- [0025] [반응식 4]
- [0026] $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- [0027] [반응식 5]
- [0028] $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- [0029] 상기 양극부에는 방전시 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시키는 촉매가 사용되며, 상기 촉매는 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나가 사용될 수 있다.
- [0030] 또한 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이산화탄소를 포집하는 해수전지는, 해수로부터 나트륨 이온을 이동시키며, 전자가 발생하는 제1양극부; 충전시 상기 제1양극부로부터 이동된 전자가 충전되고 상기 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 저장되며, 방전시 상기 저장된 나트륨 금속이 산화되며 전자가 발생하는 음극부; 상기 음극부와 상기 제1양극부 사이에 개재되어 상기 제1양극부에서 해리된 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 제1고체 전해질; 상기 음극부에서 산화된 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 제2고체 전해질; 및 상기 제2고체 전해질을 통과한 나트륨 이온과 외부에서 전달된 이산화탄소의 화학 반응에 의해 탄산나트륨이 생성되어 해수에 용해되며, 상기 음극부로부터 이동된 전자가 방전되는 제2양극부;를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 제1양극부에는 상기 해수가 유입되는 해수 유입구 및 상기 화학반응에 의해 발생하는 가스가 배출되는 가스 출입구, 상기 유입된 해수가 상기 화학반응 후 배출되는 담수 배출구가 형성될 수 있다.
- [0032] 상기 제2양극부에는 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시킬 수 있도록 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나의 촉매가 사용되며, 상기 해수가 유입되는 유입구 및 상기 유입된 해수가 상기 용해된 탄산나트륨과 함께 배출되는 배출구가 형성될 수 있다.
- [0033] 상기 제1양극부에서는 다음 [반응식 1],[반응식 2] 중 적어도 어느 하나가 일어나고, 상기 제2양극부에서는 다음 [반응식 3]이 일어날 수 있다.
- [0034] [반응식 1]
- [0035] $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- [0036] [반응식 2]
- [0037] $4\text{NaOH} \rightarrow 4\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
- [0038] [반응식 3]
- [0039] $4\text{Na}^+ + 3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s})$
- [0040] $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- [0041] 해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며, 상기 양극부는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다.
- [0042] [반응식 4]
- [0043] $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- [0044] [반응식 5]
- [0045] $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- [0046] 상기 해수전지는, 나트륨 이온의 이동방향을 따라 일렬 구조로 형성될 수 있다.

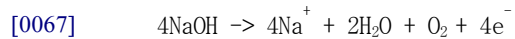
- [0047] 또한 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이산화탄소를 포집하는 나트륨 이차전지는, 나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부; 나트륨 금속계로 이루어지며 액상의 유기 전해질에 함침되는 음극 집전체 및 상기 음극 집전체 표면에 위치하는 음극 활물질 층을 포함하는 음극부; 및 상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질;을 포함하며, 상기 양극부에는 방전시 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집될 수 있다.
- [0048] 상기 양극부에서는 충전시 [반응식 1],[반응식 2] 중 적어도 어느 하나가 일어나고, 방전시 다음 [반응식 3]이 일어나는 이산화탄소를 포집할 수 있다.
- [0049] [반응식 1]
- [0050] $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- [0051] [반응식 2]
- [0052] $4\text{NaOH} \rightarrow 4\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
- [0053] [반응식 3]
- [0054] $4\text{Na}^+ + 3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s})$
- [0055] 해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며, 상기 양극부는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다.
- [0056] [반응식 4]
- [0057] $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- [0058] [반응식 5]
- [0059] $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- [0060] 또한 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이차전지 복합 시스템은, 해수 또는 나트륨 함유 용액을 이용하는 화학반응에 의해 충,방전 반응이 이루어지는 나트륨 이차전지; 메탄과 수증기의 개질 반응에 의해 수소가 생산되며, 이산화탄소가 발생하는 메탄-수증기 개질기; 및 상기 나트륨 이차전지의 방전시 상기 이산화탄소가 상기 나트륨 이차전지의 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집되어 해수에 용해될 수 있도록, 상기 메탄-수증기 개질기에서 발생한 이산화탄소를 상기 나트륨 이차전지에 전달하는 이산화탄소 전달부;를 포함할 수 있다.
- [0061] 또한 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이차전지 복합 시스템은, 해수 또는 나트륨 함유 용액을 이용하는 화학반응에 의해 충,방전 반응이 이루어지는 나트륨 이차전지; 및 상기 나트륨 이차전지의 충전시 발생하는 산소를 공급받는 연료전지;를 포함하며, 상기 나트륨 이차전지에는, 방전시 이산화탄소가 상기 나트륨 이온과의 반응에 의해 탄산나트륨으로 포집되어 해수에 용해될 수 있도록, 상기 이산화탄소가 외부에서 전달될 수 있다.
- [0062] 또한 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이차전지 복합 시스템은, 메탄과 수증기의 개질 반응에 의해 수소가 생산되며, 이산화탄소가 발생하는 메탄-수증기 개질기; 충전시 해수 또는 나트륨 함유 용액의 나트륨 이온이 해리되며 전자가 충전되고 산소가 발생되며, 방전시 상기 나트륨이 산화되며 전자가 방전되고 외부에서 전달된 이산화탄소가 상기 산화된 나트륨 이온과 반응하여 탄산나트륨으로 포집되는 나트륨 이차전지; 및 수소와 산소가 반응하여 물이 발생하는 연료전지;를 포함하며, 상기 메탄-수증기 개질기에서 생산된 수소는 상기 연료전지에 공급되고, 그 개질 반응에 의해 발생된 이산화탄소는 상기 나트륨 이차전지에 전달되며, 상기 나트륨 이차전지에서 발생된 산소는 상기 연료전지에 공급되고, 상기 연료전지에서 발생된 물이 상기 메탄-수증기 개질기에 수증기로 공급될 수 있다.
- [0063] 상기 나트륨 이차전지는 해수 또는 나트륨 함유 용액에 함침된 양극 집전체를 포함하는 양극부; 나트륨 금속계로 이루어지며 액상의 유기 전해질에 함침되는 음극 집전체 및 상기 음극 집전체 표면에 위치하는 음극 활물질

층을 포함하는 음극부; 및 상기 음극부와 상기 양극부 사이에 개재되어 나트륨 이온을 선택적으로 통과시킬 수 있는 고체 전해질;을 포함할 수 있다.

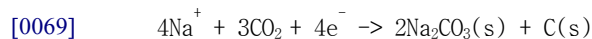
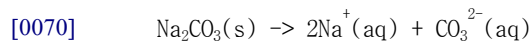
[0064] 상기 양극부에는 방전시 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시키는 촉매가 사용되며, 상기 촉매는 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나가 사용될 수 있다.

[0065] 상기 양극부에서는 충전시 다음 [반응식 2]의 반응이 일어나고, 방전시 다음 [방정식 3]의 반응이 일어날 수 있다.

[0066] [반응식 2]

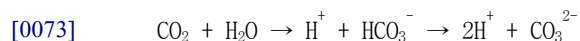


[0068] [반응식 3]

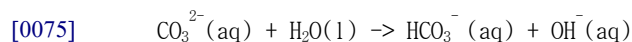


[0071] 해양에서는 이산화탄소가 용해되는 다음의 [반응식 4]의 반응이 일어나 산성화되며, 상기 양극부는 다음의 [반응식5]와 같이 상기 용해된 탄산나트륨의 카보네이트 이온과 해수의 화학반응에 의해 상기 해양의 산성화를 방지할 수 있는 수산화이온을 발생시킬 수 있도록 상기 해양과 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다.

[0072] [반응식 4]



[0074] [반응식 5]



[0076] 상기 메탄-수증기 개질기에는 수증기 보충부가 더 포함되며, 상기 연료전지에는 수소 보충부 및 산소 보충부가 더 포함될 수 있다.

발명의 효과

[0077] 본 발명은 해수 또는 나트륨 함유 용액의 화학반응 중 방전 반응에 이산화탄소를 사용하여 카보네이트 이온 형태로 해수에 용해시킴으로써 이산화탄소를 포집, 저장할 수 있기 때문에 대기 중 이산화탄소 농도를 줄여 지구 온난화 문제를 해결하는데 일조할 수 있다.

[0078] 또한 본 발명은 해수에 용해된 카보네이트 이온이 물과의 화학반응에 의해 수산화 이온이 생성되게 하여 해수의 산성화를 방지할 수 있다.

[0079] 또한 본 발명은 메탄-수증기 개질기에서 수소 생산에 부수적으로 발생하는 이산화탄소가 해수전지 등 나트륨 이차전지의 방전 반응에 사용되고, 해수전지의 충전 반응에서 생성된 산소 및 메탄-수증기 개질기에서 생산된 수소가 연료전지에 사용되고, 연료전지에서 발생된 수증기가 메탄-수증기 개질기에 사용되도록 하나의 시스템으로 구축됨으로써, 각 구성요소의 효율성, 경제성 등이 현저히 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0080] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 이차전지의 개략 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 이차전지의 충전 메커니즘을 도시한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 이차전지의 방전 메커니즘을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 이차전지의 개략 구성도 및 충,방전 메커니즘을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 이차전지 복합시스템으로서, 이차전지의충전 메커니즘을 기준으로 한 시스템 구성도이다.

도 6은 도 5에 도시된 복합시스템으로서, 이차전지의 방전 메커니즘을 기준으로 한 시스템 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0081] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0082] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 다만 본 발명을 설명함에 있어서 이미 공지된 기능, 혹은 구성에 대한 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0083] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 제1실시 예에 따른 이산화탄소를 포집하는 이차전지는, 전자의 충전 및 방전이 모두 가능한 이차전지로서 화학반응을 이용하여 충방전이 이루어지는 화학전지이며, 특히 충, 방전 반응 메커니즘으로 나트륨을 용이하게 추출할 수 있는 해수 또는 나트륨 함유 용액의 화학반응을 이용하는 것으로, 신에너지 저장 매체로서 넓게는 나트륨 이차전지라 명할 수 있고 그 중 해수를 이용하는 경우 해수전지라 할 수 있다. 이하 본 발명의 제1실시예는 설명의 편의를 위해 해수전지에 한하여 설명한다.
- [0084] 본 발명의 제1실시예에 따른 해수전지(2)는 상술한 바와 같이 나트륨이 풍부한 해수의 화학반응에 의한 에너지를 전기에너지 형태로 저장하고 전기에너지 필요시 그 저장된 전기에너지를 제공하는 것으로, 양극부(10)와, 음극부(20)와, 고체 전해질(30)을 포함할 수 있다.
- [0085] 상기 양극부(10)는 캐소드(cathode) 수용체의 내부공간에 수용되어 양극 집전체(12)를 포함한다. 상기 양극 집전체(12)는 전기 회로를 형성하기 위한 전극으로서 디에틸 카보네이트(diethyl carbonate)가 페이퍼(paper) 형태로 형성될 수 있다. 상기 양극 집전체(12)는 캐소드 수용체의 내부공간에 수용된 해수에 함침될 수 있다. 아울러 상기 양극부(10)에는 해수의 출입을 위해, 일측에 상기 캐소드 수용체의 내부공간으로 해수가 유입될 수 있는 해수 유입구(10a)가 형성되고, 상기 해수 유입구(10a)보다 하측에 상기 양극부(10)에 유입된 해수가 충, 방전을 위한 화학반응 후 배출되는 해수 배출구(10c)가 형성될 수 있다. 또한 상기 양극부(10)에는 상기 해수 유입구(10a)보다 상측에 충, 방전을 위한 화학반응에 의해 발생하는 가스가 배출되는 가스 출입구(10b)가 형성될 수 있다. 상기 해수 유입구(10a)와 해수 배출구(10c), 가스 출입구(10b)에는 충, 방전 타이밍(timing) 등에 맞춰 밸브 등에 의해 선택적으로 개폐될 수 있다.
- [0086] 한편 상기 양극부(10)에는 방전 반응을 위해 이산화탄소가 공급되는데, 상기 이산화탄소 유입을 위한 공급구는 별도로 형성되거나 본 실시 예와 같이 상기 가스 출입구(10b)를 공유할 수 있다. 또한 상기 양극부(10)에서의 방전 반응의 생성물 즉 탄산나트륨이나 탄소가 배출되는 배출구는 별도로 형성될 수 있으나, 도 3을 참조하는 바와 같이 상기 해수 배출구(10c)를 통해 함께 배출될 수 있다. 한편 상기 해수 배출구(10c)는 후술하는 바와 같이 해양산화 방지를 위해 상기 용해된 탄산나트륨이 해양에 공급될 수 있도록, 배관이나 저장탱크 등에 의해 해양과 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다.
- [0087] 또한 상기 양극부(10)는 화학반응을 위한 촉매가 더 포함될 수 있다. 충전시에는 산소발생반응(OER)이 선택적으로 원활히 이루어질 수 있도록 이리듐, 루테튬 산화물 촉매와 페로브스카이트 산화물 촉매 등을 이용할 수 있다. 방전시에는 이산화탄소를 선택적으로 환원시킬 수 있도록 산소 환원 촉매로도 사용되는 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나가 사용될 수 있다.
- [0088] 상기 음극부(20)는 아노드(anode) 수용체의 내부공간에 수용되는 음극 집전체(22)를 포함할 수 있다. 상기 음극 집전체(22)는 전기 회로를 이루는 전극이면서 상기 양극부(10)로부터 이동된 나트륨 이온이 환원되어 나트륨 금속으로 저장되고, 그 저장된 나트륨 금속이 산화될 수 있도록 나트륨 금속 또는 나트륨 금속을 포함하는 물질로 형성될 수 있다. 상기 음극 집전체(22)의 표면에는 음극 활물질층(미도시)이 구성될 수 있다. 상기 아노드 수용체의 내부공간에는 상기 음극 집전체(22)가 함침되는 액상의 유기 전해질이 수용될 수 있다.
- [0089] 상기 고체 전해질(30)은 상기 음극부(20)와 양극부(10) 사이에서 나트륨 이온만 선택적으로 통과시킬 수 있도록, 상기 음극부(20)와 상기 양극부(10)를 구조적으로 분리토록 상기 음극부(20)와 양극부(10) 사이에 개재되며, 나트륨 이온을 효율적으로 전달할 수 있도록 나시콘(NASICON: Na super ion conductor)인 $\text{Na}_3\text{Zr}_2\text{Si}_2\text{P}_{12}\text{O}_{12}$ 으로 형성될 수 있다.
- [0090] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 제1실시 예에 따른 해수전지의 충전, 방전 메커니즘을 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

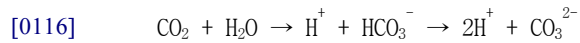
- [0091] 충전 반응 메커니즘은 다음과 같다.
- [0092] 상기 양극부(10)에서는 다음의 [반응식 1]의 반응이 이루어질 수 있다.
- [0093] [반응식 1]
- [0094] $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- [0095] 즉 해수 속 염화나트륨의 화학반응에 의해 나트륨 이온(Na^+) 및 염소 기체(gas; Cl_2), 그리고 전자(e^-)가 발생한다. 상기 양극부(10)에서 발생된 나트륨 이온은 상기 고체 전해질(30)을 통해 상기 음극부(20)로 이동한다. 상기 전자는 상기 양극 집전체(12)에 집전된 후, 상기 양극 집전체(12)와 연결된 전기 회로를 통해 상기 음극 집전체(22)로 이동된다. 상기 염소 기체는 상기 양극부(10)의 가스 출입구(10b)를 통해 외부로 배출될 수 있다.
- [0096] 또한 상기 양극부(10)에서는 다음의 [반응식 2] 즉 해수의 산소발생반응(OER)이 이루어질 수 있다.
- [0097] [반응식 2]
- [0098] $4\text{NaOH} \rightarrow 4\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
- [0099] 즉 상기 양극부(10)에서는 화학반응에 의해 나트륨 이온(Na^+)과, 물(H_2O), 산소 가스(O_2), 그리고 전자(e^-)가 생성될 수 있다. 상기 양극부(10)에서 발생된 나트륨 이온 및 전자는 [반응식 1]과 마찬가지로 상기 음극부(20)로 이동하며, 상기 산소 가스는 상기 가스 출입구(10b)를 통해 외부로 배출될 수 있다.
- [0100] 상기 [반응식 1]과 [반응식 2]의 반응은 함께 일어날 수도 있고, 촉매 등 화학반응 조건을 제어하여 필요에 따라 [반응식 1]과 [반응식 2] 중 어느 하나의 반응만 일어나도록 할 수 있다.
- [0101] 그리고 상기 양극부(10)에 공급된 해수는 나트륨이 제거되어 담수화되어 해수 배출구(10c)를 통해 외부로 배출될 수 있다. 한편 상기 양극부(10)에서 배출된 담수는 선박이나 해양 구조물에서 생활용수나 농업용수 등으로 활용될 수 있기 때문에 충,방전 기능에 더불어 나아가 2차적인 효과까지 기대할 수 있다.
- [0102] 상기 음극부(20)에서는 나트륨 환원 반응이 이루어진다.
- [0103] 즉 상기 음극 집전체(22)에서는 상기 양극부(10)로부터 이동된 나트륨 이온과 전자의 결합 반응에 의해 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 환원되어 저장됨으로써 전기 충전 반응이 이루어질 수 있다.
- [0104] 방전 반응 메커니즘은 다음과 같다.
- [0105] 상기 음극부(20)에서는 나트륨 산화 반응이 이루어진다.
- [0106] 즉 상기 음극 집전체(22)의 나트륨 금속이 나트륨 이온으로 산화되어 상기 고체 전해질(30)을 통해 상기 양극부(10)로 이동된다. 그리고 상기 산화 반응에 의해 발생된 전자가 전기 회로를 통해 상기 양극 집전체(12)로 이동하여 방전될 수 있기 때문에 해수전지에 저장된 전기에너지를 사용할 수 있게 된다.
- [0107] 상기 양극부(10)에서는 다음의 [반응식 3] 즉 이산화탄소 포집 및 저장 반응이 이루어질 수 있다.
- [0108] [반응식 3]
- [0109] $4\text{Na}^+ + 3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s})$
- [0110] $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- [0111] 즉 외부로부터 이산화탄소(CO_2)가 상기 양극부(10)의 가스 출입구(10b) 등을 통해 상기 양극부(10)의 캐소드 수용체의 내부공간으로 전달되어 공급된다.
- [0112] 그러면 상기 음극부(20)로부터 이동된 나트륨 이온과 외부로부터 전달된 이산화탄소의 화학반응에 의해 탄산나트륨 및 탄소가 침전될 수 있으며, 생성된 탄산나트륨은 바로 상기 양극부(10)의 캐소드 수용체의 내부공간에 수용된 해수 내지 담수에 의해 화학적으로 분해되어 나트륨 이온과 카보네이트 이온(CO_3^{2-})으로 용해될 수 있다. 이와 같이 용해된 상기 양극부(10)의 해수 내지 담수에 용해된 나트륨 이온과 카보네이트 이온, 그리고 생성된

탄소(C)는 상기 양극부(10)의 해수 배출구(10c)를 통해 해수 등과 함께 외부로 배출될 수 있다.

[0113] 이와 같이 외부 이산화탄소를 카보네이트 이온 형태로 해수 등에 포집, 저장하여 대기 중 이산화탄소 농도를 효율적으로 줄일 수 있기 때문에 이차적으로 지구 온난화 방지효과까지 기대될 수 있다.

[0114] 나아가 지구 온난화를 유발하는 이산화탄소의 증가는 해양 산성화의 원인으로도 지목되고 있는데, 본 발명은 다음과 같이 해양 산성화 현상을 방지하는데도 크게 일조할 수 있다. 즉 이산화탄소가 해수에 용해되는 과정은 다음의 [반응식 4]와 같다.

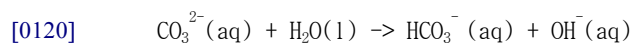
[0115] [반응식 4]



[0117] 즉 이산화탄소가 해수의 물과의 화학반응에 의해 카보네이트 이온으로 용해되어 포집, 저장되지만, 이와 더불어 해수 내 수소 이온(H^+) 농도가 증가되어 해수의 pH가 낮아지게 되며, 따라서 해양 산성화 문제가 발생된다.

[0118] 이러한 측면에서, 본 발명의 경우 해수에서 다음의 [반응식 5]의 반응이 일어날 수 있도록 유발하여 해양 산성화를 방지할 수 있다는데 큰 의의가 있다

[0119] [반응식 5]



[0121] 즉 이산화탄소를 이용한 방전 반응의 생성물로서 해수에 용해된 카보네이트 이온이 물과 화학적으로 반응하여 탄산수소이온(HCO_3^-)과 수산화이온(OH^-)을 생성하는데, 수산화이온에 의해 해수의 알칼리화를 도모하여 해수의 pH가 정상 수준을 유지토록 할 수 있다.

[0122] 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 이차전지의 개략 구성도 및 충,방전 메커니즘을 도시한 도면이다.

[0123] 본 발명의 제2실시예에 따른 이차전지는 상술한 본 발명의 제1실시예와 비교하여 양극부가 충전 반응, 방전 반응에 따라 제1양극부와 제2양극부로 구조적으로 분리, 독립되어 구성되는 것 이외에는 동일, 상응하게 실시될 수 있으므로 이하 중복 설명은 생략한다.

[0124] 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명의 제2실시예에 따른 이차전지는 제1양극부(50)와, 음극부(60)와, 제1고체 전해질(70)과, 제2고체 전해질(80), 그리고 제2양극부(90)를 포함한다.

[0125] 상기 제1양극부(50)는 충전 반응, 즉 해수로부터 나트륨 이온이 이동되며 전자가 발생될 수 있도록, 해수에 함침되는 양극 집전체(52)를 포함하며, 상기 해수가 유입되는 해수 유입구(50a) 및 상기 화학반응에 의해 발생하는 염소기체 또는 산소 기체 등의 가스가 배출되는 가스 출입구(50b), 상기 유입된 해수가 상기 화학반응 후 배출되는 담수 배출구(50c)가 형성될 수 있다. 그리고 상기 제1양극부(50)는 충전시 산소발생반응(OER)이 선택적으로 원활히 이루어질 수 있도록 이리듐, 루테튬 산화물 촉매와 페로브스카이트 산화물 촉매 등이 사용될 수 있다.

[0126] 상기 음극부(60)는 충전시 상기 제1양극부(50)로부터 이동된 전자가 충전되고 상기 나트륨 이온이 나트륨 금속으로 저장되며, 방전시 상기 저장된 나트륨 금속이 산화되며 전자가 발생될 수 있도록, 나트륨 금속을 포함하는 음극 집전체(62) 및 음극 활물질, 그리고 유기 전해질 등으로 이루어질 수 있다.

[0127] 상기 제1고체 전해질(70)과 상기 제2고체 전해질(80)은 나시콘 물질 등으로 이루어질 수 있다.

[0128] 상기 제2양극부(90)는 방전 반응, 상기 제2고체 전해질(80)을 통과한 나트륨 이온과 외부에서 전달된 이산화탄소의 화학 반응이 이루어지며 상기 음극부(60)로부터 이동된 전자가 방전될 수 있도록, 해수에 함침되는 양극 집전체(92)를 포함하며, 상기 해수가 유입되는 유입구(90a) 및 상기 해수 등이 배출되는 배출구(90c)가 형성되며, 또한 외부로부터 이산화탄소가 전달될 수 있도록 가스 출입구(90b)가 형성될 수 있다. 나아가 상기 제2양극부(90)는 방전 반응에서 상기 이산화탄소를 선택적으로 환원시킬 수 있도록 백금류, 카본류, 그래핀류 중 적어도 어느 하나의 촉매가 사용될 수 있다.

[0129] 이와 같이 구성되는 본 발명의 제2실시예에 따른 해수전지는 구조적으로 나트륨 이온의 이동 방향을 따라 일렬 구조로 구성될 수 있다. 즉 상기 제1양극부(50), 제1고체 전해질(70), 상기 음극부(60), 상기 제2고체 전해

질(80), 그리고 상기 제2양극부(90) 순으로 배치될 수 있다.

- [0130] 따라서 본 발명의 제2실시예의 경우, 충전 반응과 방전 반응이 동시에 이루어질 수 있다. 즉 상기 제1양극부(50)에서는 상술한 [반응식 1]과 [반응식 2] 중 적어도 어느 하나의 반응만 일어나고, 상기 제2양극부(90)에서는 상술한 [반응식 3]의 반응이 상술한 [반응식 1] 및/또는 [반응식 2]과 이시또는 동시에 일어날 수 있으며, 상기 음극부(60)에서는 상기 제1고체 전해질(70) 측 방향에서 나트륨 이온의 환원 반응 및 전자 충전이, 상기 제2고체 전해질(80) 측 방향에서 나트륨의 산화 반응 및 전자 방전이 각각 분리되어 독립적으로 이루어질 수 있다.
- [0131] 도 5 및 도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 이차전지 복합시스템의 개략 구성도이다.
- [0132] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 이차전지 복합시스템은, 상술한 바와 같이 이산화탄소를 포집할 수 있는 해수전지(2) 등의 나트륨 이차전지가, 메탄-수증기 개질기(100)와 연료전지(110) 중 적어도 어느 하나와 하나의 시스템으로 연계될 수 있다.
- [0133] 상기 메탄-수증기 개질기(100)는 다음과 같은 배경 하에서 메탄(CH_4)과 수증기(H_2O)의 개질 반응에 의해 수소(H_2)를 생산하는 것을 주목적으로 한다. 즉 오늘날에는 화석연료의 사용을 줄이기 위한 방안으로 액체, 천연 가스와 같은 기체 연료의 사용이 증가하고 있으며, 특히 20세기 후반부터 가속화되기 시작한 연료 전지의 개발과 화석연료 고갈문제 및 환경 오염문제로 인해 청정연료인 수소 생산에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 측면에서 상기 메탄-수증기 개질기(100)는 공정 가격이 저렴하고 대량 생산이 가능한 장점들 때문에 수소 생산 공정 중 상당히 많은 부분을 차지하고 있다.
- [0134] 다음의 [반응식 6]은 상기 메탄-수증기 개질기(100)의 개질 반응에 관한 것이다.
- [0135] [반응식 6]
- [0136] $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$
- [0137] $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- [0138] 즉 메탄과 수증기의 화학반응에 의해 일산화탄소(CO)와 수소가 생성되며, 연속적으로 일산화탄소와 수증기의 화학반응에 의해 최종적으로 수소가 생산될 수 있다. 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 생산된 수소는 후술하는 연료전지(110) 등의 연료로 공급될 수 있다.
- [0139] 그런데 상기 메탄-수증기 개질기(100)는 상술한 많은 장점을 갖고 있지만, 상기 [반응식 6]에서 알 수 있는 바와 같이 그 공정의 운영을 위해 외부에서 수증기를 공급해줘야 하며, 수소 생산의 부산물로서 지구 온난화 환경 문제의 주원인이 되는 이산화탄소가 발생될 수 밖에 없다는 문제점이 있다.
- [0140] 하지만 본 발명의 경우, 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 발생하는 이산화탄소는 대기 중으로 방출되거나 별도의 이산화탄소 포집, 저장 공정으로 전달되는 대신, 상기 해수전지(2)의 방전반응을 위해 상기 해수전지(2)에 전달됨으로써 상기 메탄-수증기 개질기(100)의 운영에 있어 필요악인 이산화탄소 발생 문제까지 해결될 수 있을 뿐만 아니라 상기 해수전지(2)와 상기 메탄-수증기 개질기(100)를 연계하는 시스템을 구축함에 따라 중복 공정이 생략될 수 있다. 이하 상기 메탄-수증기 개질기(100)는 상술한 바와 같이 20세기 후반부터 그 기술개발이 가속화되어 오늘날 현저히 공지된 기술이라고 할 수 있는 바, 본 발명의 요지인 이산화탄소 포집, 저장 등의 기술적 특징을 명료하게 하기 위해 보다 구체적인 설명은 생략한다.
- [0141] 상기 연료전지(110)는 수소와 산소의 화학반응에 의해 물이 생성됨과 아울러 전기에너지를 발생시키는 것이다. 상기 연료전지(110)는 친환경적인 측면에서 많은 장점을 가지고 있지만, 상기 메탄-수증기 개질기(100) 등으로부터 추출된 수소를 공급받아야 하고, 산소 또한 별도의 공정을 통해 추출하여 공급받아야 하는 점이 단점이 될 수 있다. 하지만 본 발명의 경우, 상기 연료전지(110)는 상기 해수전지(2) 및 상기 메탄-수증기 개질기(100)와 하나의 시스템으로 구축됨으로써 상기 해수전지(2)의 충전 반응의 부산물인 산소를 공급받을 수 있다. 아울러 상기 연료전지(110)는 그 부산물인 물을 수증기 형태로 상기 메탄-수증기 개질기(100)에 전달, 공급할 수 있다.
- [0142] 따라서 상기 해수전지(2)는 상기 메탄-수증기 개질기(100) 및/또는 연료전지(110)와 하나의 시스템으로 구축됨에 따라 상호 간에 생성된 부산물의 낭비 내지 환경문제 등도 함께 해결될 수 있는 윈윈(win-win)관계가 될 수 있어 상기 해수전지(2)는 물론 상기 메탄-수증기 개질기(100)와 상기 연료전지(110)의 효율성, 경제성 등이 현

격히 향상될 수 있다.

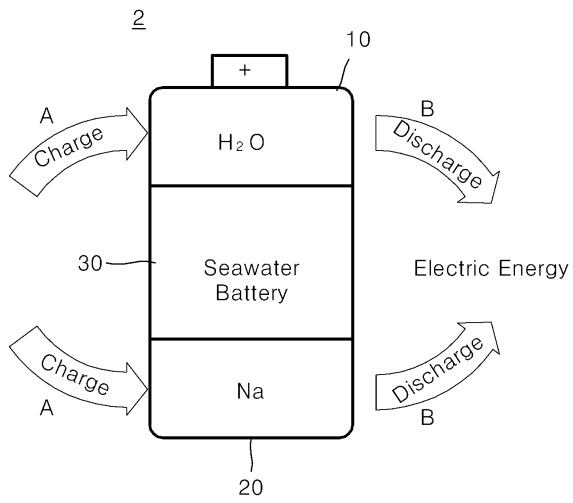
- [0143] 한편 본 발명의 시스템은 상기 해수전지(2)와 상기 메탄-수증기 개질기(100), 그리고 상기 연료전지(110)의 운영 시간차 등의 문제가 발생하지 않도록, 상기 연료전지(110)의 공급되는 산소, 수소를 별도로 보충하기 위한 산소 보충부(120) 및 수소 보충부(122), 그리고 상기 메탄-수증기 개질기(100)에 공급되는 수증기를 별도로 보충하기 위한 수증기 보충부(102)가 더 포함될 수 있다. 아울러 상기 연료전지(110)에 산소 공급이 필요할 때 상기 해수전지(2)에서 발생된 산소와 상기 산소 보충부(120) 내 산소가 선택적으로 상기 연료전지(110)에 공급될 수 있도록 산소공급 조절밸브(120a)가 더 포함될 수 있다. 또한 상기 연료전지(110)에 수소 공급이 필요할 때 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 생산된 수소와 상기 수소 보충부(122) 내 수소가 선택적으로 상기 연료전지(110)에 공급될 수 있도록 수소공급 조절밸브(122a)가 더 포함될 수 있다. 또한 상기 메탄-수증기 개질기(100)에 수증기 공급이 필요할 때 상기 연료전지(110)로부터 공급되는 수증기와 상기 수증기 보충부(124) 내 수증기가 선택적으로 상기 메탄-수증기 개질기(100)에 공급될 수 있도록 수증기공급 조절밸브(124a)가 더 포함될 수 있다. 또한 상기 해수전지(2)의 방전 반응시에만 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 발생된 이산화탄소가 전달, 공급될 수 있도록 이산화탄소 공급 조절밸브가 더 포함될 수 있다. 한편 상기 해수전지(2)에서 발생된 산소는 상기 연료전지(110)의 구동 타이밍(timing)에 맞춰 공급될 수 있도록 상기 산소 보충부(120) 또는 별도 저장탱크에 저장될 수 있다. 이와 아울러 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 발생된 수소, 이산화탄소 및 상기 연료전지(110)에서 발생된 수증기 또한 저장된 후 각 공정 타이밍에 맞춰 전달, 공급될 수 있다.
- [0144] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 전지 복합 시스템을, 해수전지의 충, 방전 반응 메커니즘을 기준으로 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0145] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 해수전지(2)의 충전 반응시 시스템은 다음과 운영될 수 있다.
- [0146] 상기 해수전지(2)의 충전 반응시에는 상술한 [반응식 2]와 같이 최종 생산물로서 산소가 기체 형태로 발생할 수 있다. 상기 해수전지(2)에서 발생된 산소는 상기 연료전지(110)로 전달, 공급될 수 있다. 그리고 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 생산된 수소가 상기 연료전지(110)로 전달, 공급될 수 있다.
- [0147] 도 6에 도시된 바와 같이 상기 해수전지(2)의 방전 반응시 시스템은 다음과 운영될 수 있다.
- [0148] 상기 해수전지(2)의 방전 반응시에는 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 발생된 이산화탄소가 공급되어 카보네이트 이온 형태로 포집, 저장될 수 있다. 아울러 상기 메탄-수증기 개질기(100)에서 생산된 수소가 상기 연료전지(110)로 전달, 공급될 수 있다. 또한 상기 연료전지(110)에서 발생된 수증기가 상기 메탄-수증기 개질기(100)에 전달, 공급될 수 있다. 이때 상기 해수전지(2)의 방전 반응시에는 상기 연료전지(110)에 산소가 전달, 공급될 수 없기 때문에 상기 연료전지(110)에는 상기 산소 보충부(120) 내 산소가 상기 산소 공급 조절밸브(120a)를 통해 전달, 공급될 수 있다.
- [0149] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

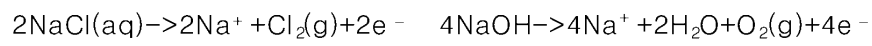
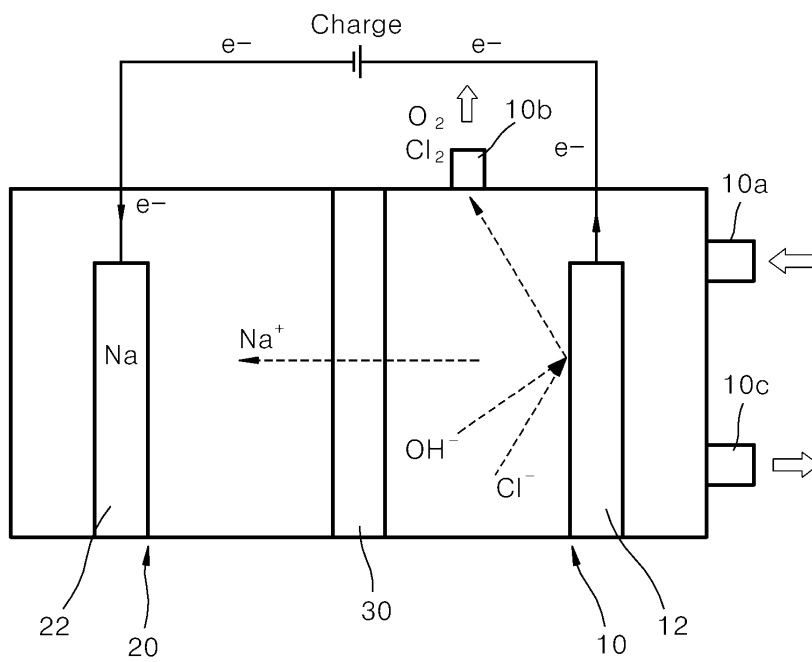
- [0150]
- | | |
|-----------------|------------|
| 2; 해수전지 | 10; 양극부 |
| 12; 양극 집전체 | 20; 음극부 |
| 22; 음극 집전체 | 30; 고체 전해질 |
| 100; 메탄-수증기 개질기 | 110; 연료전지 |

도면

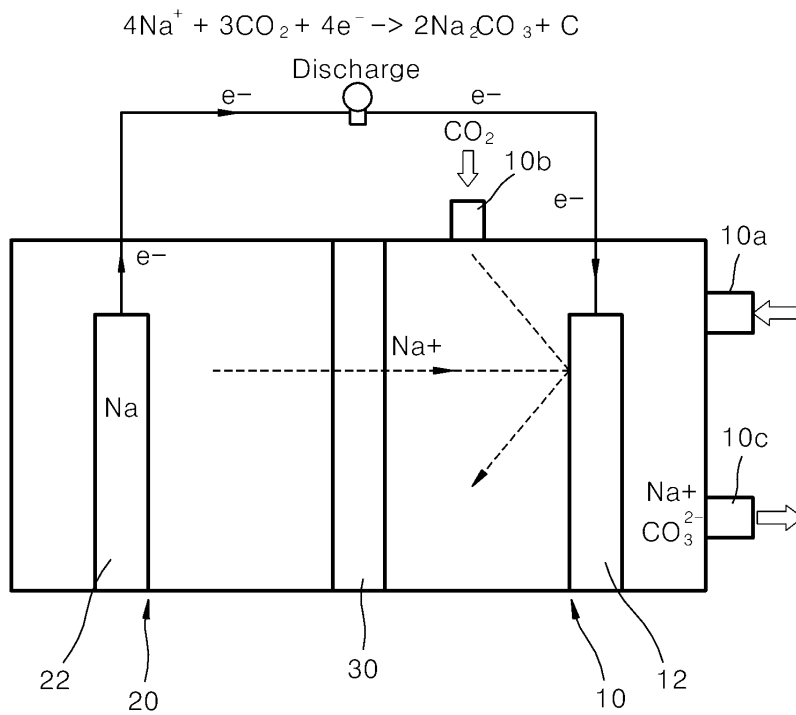
도면1



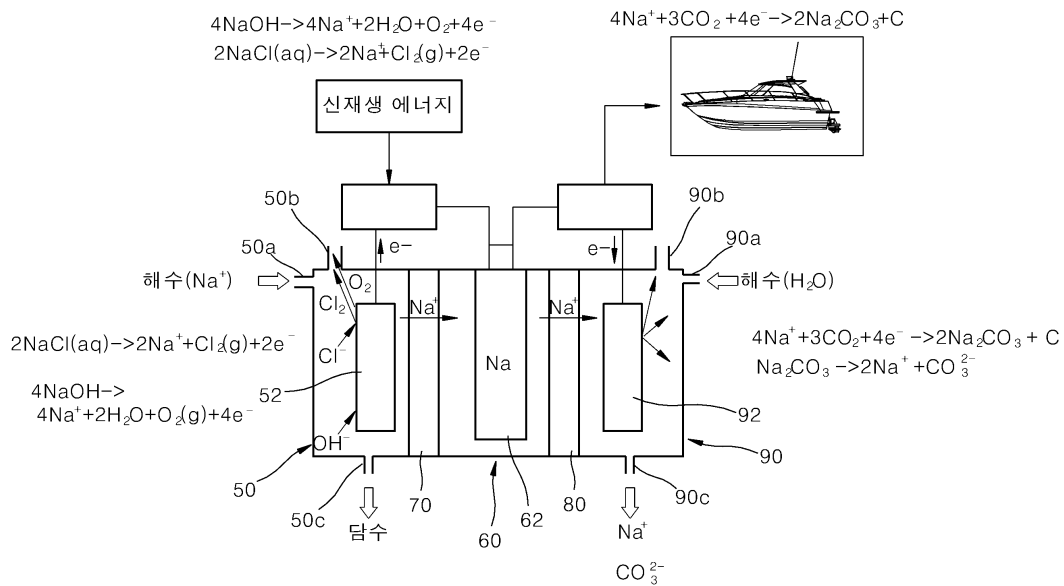
도면2



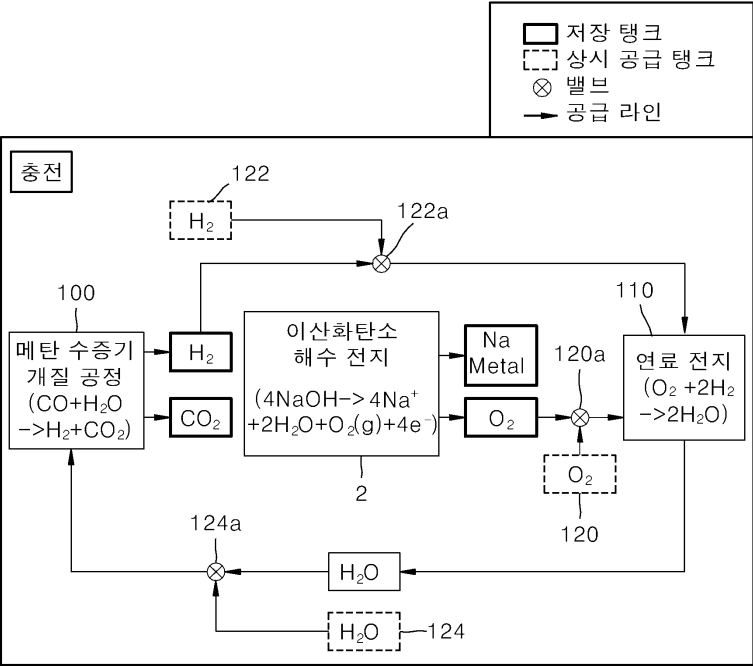
도면3



도면4



도면5



도면6

