



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월13일
(11) 등록번호 10-1047986
(24) 등록일자 2011년07월04일

(51) Int. Cl.
C22B 3/24 (2006.01) B01D 15/08 (2006.01)
C02F 1/58 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0119159
(22) 출원일자 2010년11월26일
심사청구일자 2010년11월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100057520 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전 유성구 가정동 30번지
(72) 발명자
이진영
대전광역시 유성구 반석동 반석마을 705동 1802호
정경우
대전광역시 서구 탄방동 779 위즈아파트 1202호
김준수
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 111동 903호
(74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 강구환

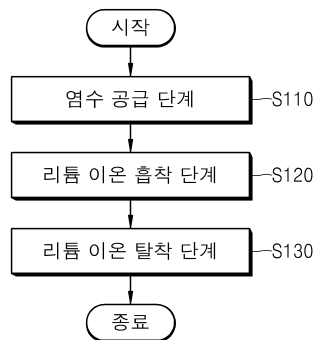
(54) CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 장치 및 그 방법

(57) 요약

CCD 방식으로 흡착 및 탈착 공정을 수행함으로써 흡착율 65±5% 및 탈착율 95±3%를 달성할 수 있는 염수로부터 리튬 이온을 추출할 수 있는 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법은 복수의 흡착 반응 용기 중 하나의 흡착 반응 용기 내에 염수를 공급하는 염수 공급 단계; 상기 염수가 공급된 흡착 반응 용기에 흡착제를 투입한 후, 상기 염수와 흡착제가 상기 복수의 흡착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류하도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온을 흡착하는 리튬 이온 흡착 단계; 및 상기 리튬 이온이 흡착된 흡착제가 복수의 탈착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류하도록 하여 상기 흡착제로부터 리튬 이온을 탈착하는 리튬 이온 탈착 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2010-022

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 기본사업

연구과제명 홍천 희토류 광화대 복합금속광으로부터 유가금속 회수기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2010.01.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 흡착 반응 용기 중 하나의 흡착 반응 용기 내에 염수를 공급하는 염수 공급 단계;

상기 염수가 공급된 흡착 반응 용기에 흡착제를 투입한 후, 상기 염수와 흡착제가 상기 복수의 흡착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류하도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온을 흡착하는 리튬 이온 흡착 단계; 및

상기 리튬 이온이 흡착된 흡착제가 복수의 탈착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류되도록 하여 상기 흡착제로부터 리튬 이온을 탈착하는 리튬 이온 탈착 단계;를 포함하며,

상기 염수가 공급된 흡착 반응 용기에 흡착제를 투입한 후, 상기 염수 및 흡착제를 교반자에 의하여 회전시켜, 상기 흡착제가 상기 복수의 흡착 반응 용기 내부 각각에서 침강되거나, 또는 부유되지 않는 중간 상태가 되도록 하되,

상기 흡착제는 망간 산화물 또는 알루미늄 산화물이고, 상기 흡착제의 평균 입도는 1 ~ 50 μ m이며, 탈착 용액은 염산, 황산 및 질산을 포함하는 강산 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 망간 산화물은

화학식 $H_nMn_{2-x}O_4$ (여기서, $1 \leq n \leq 1.33$, $0 \leq x \leq 0.33$, $n \leq 1+x$ 임)를 충족하는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 흡착 반응 용기는

제1 내지 제3 흡착 반응 용기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 리튬 이온 흡착 단계는,

상기 제1 흡착 반응 용기 내에 채워진 염수 및 흡착제가 1차적으로 역류하도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온이 1차적으로 흡착되는 제1 흡착 단계;

상기 제1 흡착 단계를 거친 반응물을 제2 흡착 반응 용기에 투입시킨 후, 상기 반응물이 2차적으로 역류하도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온이 2차적으로 흡착되는 제2 흡착 단계; 및

상기 제2 흡착 단계를 거친 반응물을 제3 흡착 반응 용기에 투입시킨 후, 상기 반응물이 3차적으로 역류하도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온이 3차적으로 흡착되는 제3 흡착 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복수의 탈착 반응 용기는

제1 내지 제3 탈착 반응 용기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

흡착제에 리튬 이온을 흡착시키기 위해 투입되는 염수와 흡착제가 각각의 내부에서 차례로 역류하도록 서로 연결되는 복수의 흡착 반응 용기; 및

상기 복수의 흡착 반응 용기 하류에 배치되며, 상기 흡착제로부터 리튬 이온을 탈착시키기 위해 상기 복수의 흡착 반응 용기와 연결되는 연결 라인을 통하여 상기 복수의 흡착 반응 용기로부터 빠져나온 리튬 이온이 흡착된 흡착제가 각각의 내부에서 차례로 역류하도록 서로 연결되는 복수의 탈착 반응 용기;를 포함하며,

상기 염수 및 흡착제는 교반자에 의하여 회전되어, 상기 흡착제가 상기 복수의 흡착 반응 용기 내부 각각에서 침강되거나, 또는 부유되지 않는 중간 상태가 되도록 하되,

상기 흡착제는 망간 산화물 또는 알루미늄 산화물이고, 상기 흡착제의 평균 입도는 1 ~ 50 μ m이며, 탈착 용액은 염산, 황산 및 질산을 포함하는 강산 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 망간 산화물은

화학식 $H_nMn_{2-x}O_4$ (여기서, $1 \leq n \leq 1.33$, $0 \leq x \leq 0.33$, $n \leq 1+x$ 임)를 충족하는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 복수의 흡착 반응 용기는

제1 내지 제3 흡착 반응 용기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 복수의 탈착 반응 용기는

제1 내지 제3 탈착 반응 용기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 장치.

청구항 19

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 CCD(Counter Current Decantation) 방식으로 리튬 이온의 흡착 및 탈착을 수행함으로써 염수로부터 리튬 이온을 효과적 및 경제적으로 추출할 수 있는 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 휴대폰, 노트북 및 전기자동차 산업의 급속한 발전으로 인해 이동형 에너지원에 대한 국제적인 수요가 급속도로 팽창하고 있다.

[0003] 이러한 에너지원으로서 특히, 리튬 이차전지의 활용이 폭발적으로 증대되고 있다. 현재, 리튬 이차전지 산업은 한국, 일본, 중국 등을 중심으로 전개되고 있으며 급증하는 리튬 이차전지의 수요에 따라 핵심원료인 리튬의 소모량도 급증하고 있는 추세이다.

[0004] 또한, 태양광 및 풍력 발전소에 필요한 리튬 이온 배터리 규모를 정량화하기는 어려우나, 그린카(green car)와 더불어 리튬 이온 배터리의 또 다른 성장 동력이 될 것으로 예상되고 있다. 이러한 이유로, 리튬은 향후 수십년 간 이차전지가 주도할 에너지혁명의 중심에 있는바, 리튬 이온을 효과적으로 추출하는 기술의 확보는 장기적 자원안보 차원에서 필수 불가결한 선택이라 할 수 있다.

[0005] 최근에는 염수(brine)에 포함된 리튬 이온을 효과적으로 추출하기 위한 많은 연구가 진행중이다.

- [0006] 염수에는 리튬, 마그네슘, 나트륨, 염소 등 많은 성분들이 이온의 형태로 함유되어 있다.
- [0007] 이러한 염수로부터 리튬 이온을 추출하는 과정은 마그네슘 제거 과정, 리튬이온 흡탈착 과정 등으로 이루어질 수 있다.
- [0008] 이때, 리튬이온 흡탈착 과정의 경우 마그네슘 이온이 제거된 염수에 흡착제를 투입하여 일정 시간 동안 리튬 이온을 흡착시킨 후, 상기 리튬 이온이 흡착된 흡착제를 염산과 같은 강산 용액에 투입하여 리튬 이온을 다시 탈착하는 공정으로 진행하고 있다.
- [0009] 그러나, 이와 같은 종래의 리튬 흡탈착 과정은 리튬 이온을 흡착 및 탈착시키는 데 장 시간을 필요로 할 뿐만 아니라 리튬 이온의 흡착량 및 탈착량이 낮아 생산 수율이 저조한 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은 염수로부터 추출되는 리튬 이온을 경제적 및 효과적으로 추출하는 것을 통해 리튬 이온의 추출 효율성은 높으면서 추출 비용은 절감할 수 있는 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법은 복수의 흡착 반응 용기 중 하나의 흡착 반응 용기 내에 염수를 공급하는 염수 공급 단계; 상기 염수가 공급된 흡착 반응 용기에 흡착제를 투입한 후, 상기 염수와 흡착제가 상기 복수의 흡착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류되도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온을 흡착하는 리튬 이온 흡착 단계; 및 상기 리튬 이온이 흡착된 흡착제가 복수의 탈착 반응 용기 내를 차례로 역류되도록 하여 상기 흡착제로부터 리튬 이온을 탈착하는 리튬 이온 탈착 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 흡착제는 망간 산화물 또는 알루미늄 산화물을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 망간 산화물은 화학식 $H_nMn_{2-x}O_4$ (여기서, $1 \leq n \leq 1.33$, $0 \leq x \leq 0.33$, $n \leq 1+x$ 임)를 충족할 수 있다.
- [0014] 상기 흡착제의 평균 입도는 1 ~ 50 μ m인 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 탈착 용액은 염산, 황산 및 질산을 포함하는 강산 중에서 선택될 수 있다.
- [0016] 상기 복수의 흡착 반응 용기는 제1 내지 제3 흡착 반응 용기로 이루어질 수 있다.
- [0017] 상기 리튬 이온 흡착 단계는, 상기 제1 흡착 반응 용기 내에 채워진 염수 및 흡착제가 1차적으로 역류되도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온이 1차적으로 흡착되는 제1 흡착 단계; 상기 제1 흡착 단계를 거친 반응물을 제2 흡착 반응 용기에 투입시켜 상기 반응물이 2차적으로 역류되도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온이 2차적으로 흡착되는 제2 흡착 단계; 및 상기 제2 흡착 단계를 거친 반응물을 제3 흡착 반응 용기에 투입시켜 상기 반응물이 3차적으로 역류되도록 하여 상기 흡착제에 리튬 이온이 3차적으로 흡착되는 제3 흡착 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 리튬 이온 흡착 단계에 의하여, 상기 흡착제에 흡착되는 리튬 이온의 흡착율은 65 \pm 5%를 가질 수 있다.
- [0019] 상기 복수의 탈착 반응 용기는 제1 내지 제3 탈착 반응 용기로 이루어질 수 있다.
- [0020] 상기 리튬 이온 탈착 단계에 의하여, 상기 흡착제로부터 탈착되는 리튬 이온의 탈착율은 95 \pm 3%를 가질 수 있다.
- [0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 장치는 흡착제에 리튬 이온을 흡착시키기 위해 투입되는 염수와 흡착제가 각각의 내부에서 차례로 역류하도록 서로 연결되는 복수의 흡착 반응 용기; 및 상기 복수의 흡착 반응 용기 하류에 배치되며, 상기 흡착제로부터 리튬 이온을 탈착

시키기 위해 상기 복수의 흡착 반응 용기와 연결되는 연결 라인을 통하여 상기 복수의 흡착 반응 용기로부터 빠져나온 리튬 이온이 흡착된 흡착제가 각각의 내부에서 차례로 역류하도록 서로 연결되는 복수의 탈착 반응 용기;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0022] 상기 흡착제는 망간 산화물 또는 알루미늄 산화물을 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 망간 산화물은 화학식 $H_nMn_{2-x}O_4$ (여기서, $1 \leq n \leq 1.33$, $0 \leq x \leq 0.33$, $n \leq 1+x$ 임)를 충족할 수 있다.
- [0024] 상기 흡착제의 평균 입도는 $1 \sim 50 \mu m$ 일 수 있다.
- [0025] 상기 탈착 용액은 염산, 황산 및 질산을 포함하는 강산 중에서 선택될 수 있다.
- [0026] 상기 복수의 흡착 반응 용기는 제1 내지 제3 흡착 반응 용기로 이루어질 수 있다.
- [0027] 상기 흡착제에 흡착되는 리튬 이온의 흡착율은 $65 \pm 5\%$ 를 가질 수 있다.
- [0028] 상기 복수의 탈착 반응 용기는 제1 내지 제3 탈착 반응 용기로 이루어질 수 있다.
- [0029] 상기 흡착제로부터 탈착되는 리튬 이온의 탈착율은 $95 \pm 3\%$ 를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법을 이용할 경우, 복수의 흡착 반응 용기 내를 차례로 역류되도록 하여 리튬 이온을 흡착한 후, 복수의 탈착 반응 용기 내를 연속적으로 역류되도록 하여 리튬 이온을 탈착시킴으로써, 흡착율 $65 \pm 5\%$ 및 탈착율 $95 \pm 3\%$ 를 달성할 수 있다.
- [0031] 따라서, 본 발명에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법을 이용할 경우, 염수로부터 효과적 및 경제적으로 리튬 이온을 추출하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에 대하여 나타낸 공정 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 리튬 이온 흡착 단계 및 리튬 이온 탈착 단계에 대하여 개략적으로 나타낸 공정 개념도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 흡착 반응 용기 내에서의 흡착 반응을 설명하기 위한 반응 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0034] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에 대하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에 대하여 나타낸 공정 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 리튬 이온 흡착 단계 및 리튬 이온 탈착 단계에 대하여 개략적으로 나타낸 공정 개념도이다.
- [0036] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법은 염수 공급 단계(S110), 리튬 이온 흡착 단계(S120) 및 리튬 이온 탈착 단계(S130)를 포함한다.

- [0037] **염수 공급 단계**
- [0038] 염수 공급 단계(S110)에서는 복수의 흡착 반응 용기(112, 114, 116) 중 하나의 흡착 반응 용기(112) 내에 염수를 공급한다.
- [0039] 상기 흡착 반응 용기(112)는 이와 연결되는 염수 공급원(미도시)으로부터의 염수를 공급받는다. 이때, 도면으로 나타내지는 않았지만, 상기 염수 공급원으로부터 흡착 반응 용기(112)에 공급되는 염수는 남미의 우유니 또는 아타카마 염호에서 채취한 염수 등이 될 수 있다.
- [0040] 도면으로 나타내지는 않았지만, 상기 염수 공급 단계(S110) 이전 또는 후에 마그네슘을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 마그네슘 제거 단계에서는 염수(brine)에서 마그네슘 이온(Mg^{2+})을 제거한다. 마그네슘 이온(Mg^{2+})은 리튬 이온(Li^+)에 비하여 이온 사이즈가 상대적으로 작다. 따라서, 후술할 리튬 이온 흡착시, 리튬 이온과 함께 마그네슘 이온도 함께 흡착되는 경향을 나타낼 수 있으므로, 리튬 이온의 흡착 과정 이전에 염수에서 미리 마그네슘이 제거되어야 할 필요성이 있다.
- [0042] 마그네슘의 제거는 마그네슘 수산화물(Magnesium hydroxide), 마그네슘 수산염(Magnesium oxalate), 마그네슘 탄산염(Magnesium carbonate) 등의 형태로 마그네슘 이온을 석출물로 침전시켜 제거하는 방법을 이용할 수 있다.
- [0043] **리튬 이온 흡착 단계**
- [0044] 리튬 이온 흡착 단계(S120)에서는 염수가 공급된 흡착 반응 용기(112)에 흡착제를 투입한 후, 상기 염수와 흡착제가 복수의 흡착 반응 용기(114, 116) 내부 각각을 차례로 역류되도록 하여, 역류 과정에서 흡착제에 리튬 이온이 흡착되도록 한다.
- [0045] 한편, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 흡착 반응 용기 내에서의 흡착 반응을 설명하기 위한 반응 모식도이다.
- [0046] 도 2 및 도 3을 참조하면, 흡착제(160)는 망간 산화물 또는 알루미늄 산화물을 포함할 수 있으나, 이 중 리튬 이온(155)을 흡착하는 효율이 상대적으로 우수한 망간 산화물을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0047] 본 발명의 실시예에서 이용될 수 있는 망간 산화물의 예로는 하기 화학식 1
- [0048] [화학식 1]
- [0049] $H_nMn_{2-x}O_4$ (여기서, $1 \leq n \leq 1.33$, $0 \leq x \leq 0.33$, $n \leq 1+x$ 임)
- [0050] 의 망간 산화물을 들 수 있으며, 하기 화학식 2
- [0051] [화학식 2]
- [0052] $H_{1.33}Mn_{1.67}O_4$
- [0053] 의 리튬 산화물을 이용하는 것이 가장 바람직하다.
- [0054] 이러한 망간 산화물을 흡착제(160)로 이용할 경우, 망간 산화물 및 염수 간의 화학 반응식은 하기 화학식 3
- [0055] [화학식 3]
- [0056] $H_{1.33}Mn_{1.67}O_4 + 0.59Li^+ \rightarrow H_{0.74}Li_{0.59}Mn_{1.67}O_4 + 0.59H^+$

- [0057] 를 충족할 수 있다.
- [0058] 이때, 상기 흡착 반응 용기(112) 내에 공급되는 염수(150)와 흡착제(160)는 역류디캔테이션(counter current decantation: CCD) 방식으로 채워 넣게 된다. 상기 CCD 방식이란 반응 용기 내에 침강되거나 또는 채워질 고체와 액체의 흐름의 방향이 서로 반대로 배치되게 하는 연속식 다단 침강 분리법이라 정의할 수 있다.
- [0059] 이와 같이, 흡착 반응 용기(112) 내에 공급된 염수(150)와 흡착제(160)는 흡착 반응 용기(112)로부터 흡착제(160)가 완전 침강되거나 완전 부유되지 않는 중간 상태, 즉 흡착 반응 용기(112) 전체 부피의 50%정도로 흡착제(160)가 부유되도록 교반자(140)를 회전시켜 일정 시간 동안 교반하는 것에 의하여 상기 흡착제(160)에 리튬 이온(155)이 흡착되고, 흡착제(160)의 수소는 분해되어 제거된다.
- [0060] 이때, 상기 흡착제(160)의 평균 입도는 1 ~ 50 μ m인 것이 바람직하다. 만약, 상기 흡착제(160)의 평균 입도가 1 μ m 미만일 경우에는 그 입도가 너무 미세하여 일정 속도 이하의 낮은 교반 속도에도 흡착제(160)가 침강되지 못하는 문제가 있다. 반대로, 상기 흡착제(160)의 평균 입도가 50 μ m를 초과할 경우에는 일정 속도 이상에서도 침강하게 되어 원하는 일정 수준 이상의 리튬 이온 흡착 효과를 기대할 수 없는 문제가 있다.
- [0061] 상기 복수의 흡착 반응 용기는, 하나의 예를 들면, 제1, 제2 및 제3 흡착 반응 용기(112, 114, 116)로 이루어질 수 있다.
- [0062] 이때, 상기 리튬 이온 흡착 단계는, 제1 흡착 단계, 제2 흡착 단계 및 제3 흡착 단계를 포함할 수 있다.
- [0063] 제1 흡착 단계에서는 제1 흡착 반응 용기(112) 내에 채워진 염수(150) 및 흡착제(160)가 1차적으로 역류하도록 하여 상기 흡착제(160)에 리튬 이온(155)이 1차적으로 흡착된다.
- [0064] 제2 흡착 단계에서는 상기 제1 흡착 단계를 거친 반응물(170)을 제2 흡착 반응 용기(114)에 투입한 후, 상기 반응물(170)이 2차적으로 역류하도록 하여 흡착제(160)에 리튬 이온(155)이 2차적으로 흡착된다.
- [0065] 제3 흡착 단계에서는 상기 제2 흡착 단계를 거친 반응물(170)을 제3 흡착 반응 용기(116)에 투입한 후, 상기 반응물(170)이 3차적으로 역류하도록 하여 흡착제(160)에 리튬 이온(155)이 3차적으로 흡착된다.
- [0066] 이와 같이, 상기 제1 내지 제3 흡착 반응 용기(112, 114, 116) 내에 투입되는 염수(150) 및 흡착제(160)가 각 흡착 반응 용기 내에서 CCD 방식에 의하여 역류하는 과정에서 고체와 액체의 흐름이 서로 반대가 되어 염수(150)로부터 흡착제(160)에 흡착되는 리튬 이온(155)의 농도를 단계적으로 높여나갈 수 있게 된다.
- [0067] 따라서, 본 발명에 따른 리튬 이온 흡착/탈착 방법을 이용할 경우, 최종 단계에서 흡착제(160)에 흡착되는 리튬 이온(155)의 흡착율은 65 \pm 5%를 가질 수 있다.
- [0068] **리튬 이온 탈착 단계**
- [0069] 리튬 이온 탈착 단계(S130)에서는 리튬 이온(155)이 흡착된 흡착제(160), 즉 반응물(170)이 복수의 탈착 반응 용기(122, 124, 126) 내부 각각을 차례로 역류하도록 하여 리튬 이온(155)이 흡착된 흡착제(160)로부터 리튬 이온(155)을 탈착한다.
- [0070] 이러한 리튬 이온 탈착 단계(S130)를 수행하는 것에 의하여 리튬 이온(155)만을 선택적으로 추출할 수 있게 된다. 이때, 상기 탈착 용액은 염산, 황산 및 질산을 포함하는 강산 중에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0071] 여기서, 상기 복수의 탈착 반응 용기는, 하나의 예를 들면, 제1, 제2 및 제3 탈착 반응 용기(122, 124, 126)로 이루어질 수 있다.
- [0072] 이때, 상기 제1 내지 제3 탈착 반응 용기(122, 124, 126) 내에 투입되는 리튬 이온(155)이 흡착된 흡착제(160)가 CCD 방식에 의하여 역류하는 과정에서 고체와 액체의 흐름이 서로 반대가 되어 리튬 이온(155)이 흡착된 흡착제(160)로부터 탈착되는 리튬 이온의 농도를 단계적으로 높여나갈 수 있게 된다.

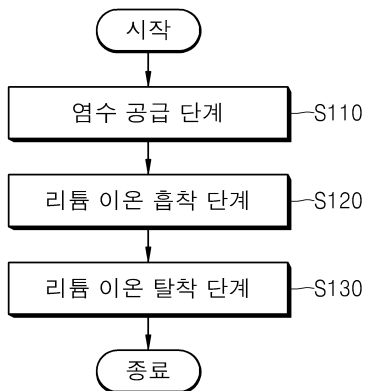
- [0073] 따라서, 상기 리튬 이온 탈착 단계(S130)에 의하여, 상기 흡착제(160)로부터 탈착되는 리튬 이온(155)의 탈착율은 95±3%를 가질 수 있다.
- [0074] 이때, 제1 내지 제3 탈착 반응 용기(122, 124, 126)를 모두 통과한 반응물(170)은 도시하지 않은 배출부를 통해 배출시키거나, 제1 내지 제3 흡착 반응 용기(112, 114, 116)로 반송시켜 재사용할 수도 있다.
- [0075] 본 발명의 실시예에 따른 CCD 방식을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법은 일련의 반복 공정을 수행하는 방식으로 진행될 수 있다.
- [0076] 지금까지 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 CCD 공정을 이용한 리튬 이온의 흡착/탈착 방법에서는 복수의 흡착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류하도록 하여 리튬 이온을 흡착한 후, 복수의 탈착 반응 용기 내부 각각을 차례로 역류하도록 하여 리튬 이온을 탈착시킴으로써, 흡착율 65±5% 및 탈착율 95±3%를 달성할 수 있는 효과가 있다.
- [0077] 따라서, 본 발명에서는 염수로부터 효과적 및 경제적으로 리튬 이온을 추출하는 것이 가능하다.
- [0078] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 기술자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형은 본 발명이 제공하는 기술 사상의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구 범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

부호의 설명

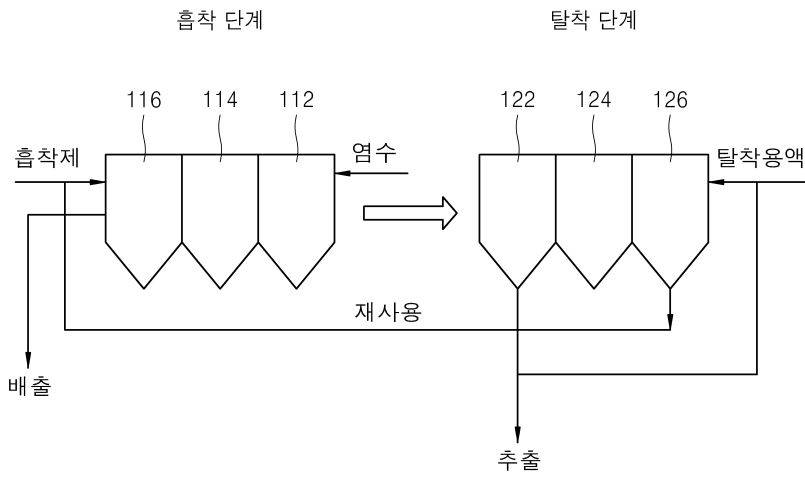
- [0079] 112 : 흡착 반응 용기
- 140 : 교반자
- 150 : 염수
- 155 : 리튬
- 160 : 흡착제

도면

도면1



도면2



도면3

