



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월16일  
(11) 등록번호 10-1536961  
(24) 등록일자 2015년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22B 3/42 (2006.01) C22B 26/12 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0192704  
(22) 출원일자 2014년12월29일  
심사청구일자 2014년12월29일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2007185552 A  
KR1020100057520 A  
JP2001269501 A  
KR100727576 B1

(73) 특허권자  
한국지질자원연구원  
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
(72) 발명자  
정강섭  
대전광역시 대덕구 대덕대로 1555, 금강엑셀루타워 107동 5001호  
류태공  
대전 유성구 은구비남로 56, 901동 1205호 (노은동, 열매마을9단지)  
(뒤편에 계속)  
(74) 대리인  
김순웅

전체 청구항 수 : 총 5 항

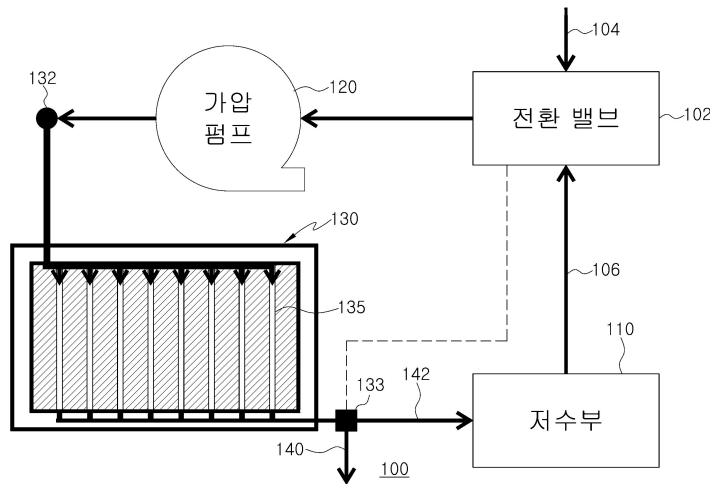
심사관 : 김준규

(54) 발명의 명칭 이온 회수용 가압형 컬럼 장치 및 이를 이용한 이온회수 방법

(57) 요약

본 발명은 이온 회수용 가압형 컬럼 장치 및 이를 이용한 이온회수 방법에 관한 것으로, 이온이 함유된 수용액을 가압시키는 가압펌프; 및 내부에 빈 공간을 형성하는 필터와 상기 빈 공간에 충전되어 상기 수용액에 함유된 이온을 흡착시키는 분말형태의 이온흡착제로 이루어지는 컬럼을 구비하고, 상기 가압펌프에 의해 가압된 상기 수용액이 상기 컬럼으로 유입되는 이온회수모듈을 포함하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치와 이를 이용한 이온회수 방법을 제공한다. 이러한 본 발명은 수용액에 함유된 리튬과 같은 이온의 흡착능력이 우수하고, 흡착평형에 도달하기까지의 반응시간이 짧으며, 사용되는 수용액의 양이 현저히 적어 매우 효율적으로 이온을 회수할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**류정호**

대전 유성구 어은로 57, 115동 505호 (어은동, 한빛아파트)

**박인수**

충청남도 계룡시 장안1길 9 신성미소지움1차아파트 101동 203호

**홍혜진**

대전광역시 유성구 봉명동로 94, 704동 1903호 (봉명동, 도안신도시7단지예미지백조의호수)

**김병규**

대전 유성구 배울2로 61, 1001동 1601호 (관평동, 대덕테크노밸리10단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NP2010-007
부처명	국토해양부
연구관리전문기관	한국해양과학기술진흥원(KIMST)
연구사업명	국토해양기술연구개발사업
연구과제명	해양용존자원 추출기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2010.04.01 ~ 2015.03.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이온이 함유된 수용액을 가압시키는 가압펌프;

내부에 빈 공간을 형성하는 필터와 상기 빈 공간에 충전되어 상기 수용액에 함유된 이온을 흡착시키는 분말형태의 이온흡착제로 이루어지는 컬럼을 구비하고, 상기 가압펌프에 의해 가압된 상기 수용액이 상기 컬럼으로 유입되는 이온회수모듈;

상기 컬럼에 흡착된 이온을 용출시키기 위한 침출액이 저장되는 저수부;

상기 수용액을 상기 가압펌프로 유입시키는 제1유입유로;

상기 저수부에 연결되어 상기 침출액을 상기 가압펌프로 유입시키는 제2유입유로; 및

상기 제1유입유로와 상기 제2유입유로에 연결되고, 상기 제1유입유로와 상기 제2유입유로 중 어느 하나를 상기 가압펌프에 선택적으로 연통시키는 전환밸브를 포함하고,

상기 가압펌프는 상기 수용액의 유입이 차단된 상태에서 상기 저수부에 저장된 상기 침출액을 상기 컬럼으로 유입시키며,

상기 이온회수모듈을 통과한 상기 침출액은 다시 상기 저수부로 유입됨으로써 상기 침출액이 순환되도록 한 것을 특징으로 하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이온회수모듈은

상기 컬럼을 복수 개 구비하고, 복수의 상기 컬럼들은 병렬로 배치되며, 각각의 상기 컬럼으로 가압된 상기 수용액이 유입되는 것을 특징으로 하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이온흡착제는 리튬 망간 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 이온회수모듈의 후단에 연결되는 배수밸브;

일단이 상기 배수밸브에 연결되고, 상기 이온회수모듈을 통과한 상기 수용액이 배출되는 배수유로; 및

일단은 상기 배수밸브에 연결되고 타단은 상기 저수부에 연결되어 상기 이온회수모듈을 통과한 상기 침출액을 상기 저수부로 유입시키는 순환유로를 더 포함하고,

상기 배수밸브는 상기 배수유로와 상기 순환유로 중 어느 하나를 상기 이온회수모듈에 선택적으로 연통시키는

것을 특징으로 하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 전환밸브가 상기 제1유입유로와 연통될 때 상기 배수밸브는 상기 배수유로와 연통되고,

상기 전환밸브가 상기 제2유입유로와 연통될 때 상기 배수밸브는 상기 순환유로와 연통되도록 상기 전환밸브와 상기 배수밸브가 연동되는 것을 특징으로 하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치.

**청구항 8**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 이온 회수용 가압형 컬럼 장치 및 이를 이용한 이온회수 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 수용액으로부터의 이온 회수 효율을 향상시킨 이온 회수용 가압형 컬럼 장치와 이를 이용한 이온회수 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 휴대폰, 노트북 및 전기자동차 산업의 급속한 발전으로 인해 이동형 에너지원에 대한 국제적인 수요가 점점 증대되고 있다. 이러한 에너지원으로서 특히, 리튬 이차전지의 활용이 폭발적으로 증대되고 있다.

[0003] 현재 리튬이차전지 산업은 한국, 일본, 중국을 중심으로 전개되고 있으며 급증하는 리튬 이차전지의 수요에 따라 핵심원료인 리튬의 소모량도 급증하고 있는 실정이다. 또한 리튬은 차세대 에너지원으로 기대되는 핵융합(thermonuclear fusion)발전에서 삼중수소를 증식하기 위해 사용되기 때문에, 리튬에 대한 수요는 더욱더 커지고 있다.

[0004] 한편, 해수에는 약 2천 5백억 톤의 리튬 이온이 용해되어 있는 것으로 추정되고 있으며 중요한 리튬 공급원으로 인식되기 시작하였다. 그러나 그 농도가 해수 1리터당 0.17 mg으로 매우 낮아 리튬 이온 회수에 대한 경제성을 고려할 때 리튬 이온을 선택적이며 저비용으로 회수하는 시스템이 필요하다.

[0005] 해수에서 리튬 이온 회수를 위해서 이온교환 흡착법, 용매추출법, 공침법과 같은 방법들이 연구되었으며, 이러한 시도 중에서 매우 높은 선택도를 가진 이온교환 특성을 지닌 망간 산화물계 무기물 흡착체를 이용한 리튬 이온 회수 방법이 가장 바람직한 방법 중 하나이다. 이에 다양한 망간 산화물계 무기물 흡착체가 개발되고 있다.

[0006] 망간 산화물계 무기 흡착제는 리튬 이온을 포함하는 액체에서 수소이온과 리튬 이온의 이온교환에 의해 상기 액체의 리튬 이온을 흡착하고, 이후 리튬 이온을 흡착한 무기 흡착제는 묽은 염산 수용액에서 수소이온과 리튬 이온의 이온교환을 통하여 리튬 이온의 회수를 가능케 한다. 따라서, 이와 같은 망간 산화물계 무기 흡착제는 반복하여 사용할 수 있는 장점을 지닌다.

[0007] 분말 형태의 이온 흡착제는 흡착공정 이후 분말회수의 한계성이 존재하며, 이를 극복하기 위해 종래에는 바인더를 사용하여 흡착제를 성형하는 방법, 지지체를 사용하여 흡착제를 지지체 표면에 코팅하는 방법 및 레저버 타입을 사용하여 적용한 사례가 있다.

[0008] 그러나, 이러한 종래 기술들 중 흡착 성형체를 이용한 방법은 사용 횟수에 따라 물리적 강도가 저하되고, 바인더 사용으로 인한 흡착제의 흡착사이트 블록킹(blocking) 현상이 발생하여 회수율이 저하되는 단점이 있다.

[0009] 또한, 지지체를 사용하는 방법은 적용되는 흡착제의 양이 부피에 비해 매우적으며, 레저버 타입의 경우에는 수용액의 통수성이 낮아 흡착제와 수용액의 반응성이 저하되는 단점이 있다.

[0010] 따라서, 리튬 등의 이온을 흡착시키기 위해 흡착제 분말 자체를 사용하는 방안의 모색이 필요한 실정이다.

[0011] 한편, 종래의 이온 흡착 장치들에 의한 이온 회수 과정은 이온의 흡착 단계, 이온 용출 및 회수 단계를 거치는 과정에서 각 단계별로 이온 흡착제를 분리하여 수거하거나, 별도로 구비된 다른 장치로 흡착모듈을 이동시켜야 하는 등의 작업을 수행하여야 하기 때문에 이온 회수 공정이 중단되는 등의 문제가 있어 이에 대한 효율성을 제

고시될 필요가 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2009-0112844호(2010.05.31)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0013] 본 발명은 이온 흡착제 분말 자체를 흡착반응에 적용함으로써 흡착 성형체 및 지지체를 이용한 종래기술에서 이온 흡착 효율이 저하되는 문제와 레이저 타입의 이온 흡착방식에서 나타나는 낮은 통수성의 문제를 해결하고, 흡착제 분말 자체의 흡착반응을 향상시킨 이온 회수용 가압형 컬럼 장치와 이를 이용한 이온회수 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0014] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 이온이 함유된 수용액을 가압시키는 가압펌프; 및 내부에 빈 공간을 형성하는 필터와 상기 빈 공간에 충전되어 상기 수용액에 함유된 이온을 흡착시키는 분말형태의 이온흡착제로 이루어지는 컬럼을 구비하고, 상기 가압펌프에 의해 가압된 상기 수용액이 상기 컬럼으로 유입되는 이온회수모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 회수용 가압형 컬럼 장치를 제공한다.

[0015] 여기서 상기 이온회수모듈은 상기 컬럼을 복수 개 구비하고, 복수의 상기 컬럼들은 병렬로 배치되며, 각각의 상기 컬럼으로 가압된 상기 수용액이 유입되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 이온흡착제는 리튬 망간 산화물을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 컬럼에 흡착된 이온을 용출시키기 위한 침출액이 저장되는 저수부를 더 포함하고, 상기 가압펌프는 상기 수용액의 유입이 차단된 상태에서 상기 저수부에 저장된 상기 침출액을 상기 컬럼으로 유입시키며, 상기 이온회수모듈을 통과한 상기 침출액은 다시 상기 저수부로 유입됨으로써 상기 침출액이 순환되도록 한 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 수용액을 상기 가압펌프로 유입시키는 제1유입유로; 상기 저수부에 연결되어 상기 침출액을 상기 가압펌프로 유입시키는 제2유입유로; 및 상기 제1유입유로와 상기 제2유입유로에 연결되고, 상기 제1유입유로와 상기 제2유입유로 중 어느 하나를 상기 가압펌프에 선택적으로 연통시키는 전환밸브를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 이온회수모듈의 후단에 연결되는 배수밸브; 일단이 상기 배수밸브에 연결되고, 상기 이온회수모듈을 통과한 상기 수용액이 배출되는 배수유로; 및

[0020] 일단은 상기 배수밸브에 연결되고 타단은 상기 저수부에 연결되어 상기 이온회수모듈을 통과한 상기 침출액을 상기 저수부로 유입시키는 순환유로를 더 포함하고, 상기 배수밸브는 상기 배수유로와 상기 순환유로 중 어느 하나를 상기 이온회수모듈에 선택적으로 연통시키도록 할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 전환밸브가 상기 제1유입유로와 연통될 때 상기 배수밸브는 상기 배수유로와 연통되고, 상기 전환밸브가 상기 제2유입유로와 연통될 때 상기 배수밸브는 상기 순환유로와 연통되도록 상기 전환밸브와 상기 배수밸브가 연동되도록 할 수 있다.

[0022] 한편, 본 발명은 a) 이온이 함유된 수용액을 가압하여 상기 이온회수모듈로 통과시키는 단계; b) 상기 컬럼에 흡착된 이온을 용출시키기 위한 침출액을 상기 이온회수모듈로 통과시키는 단계; 및 c) 용출된 이온이 함유된 상기 침출액으로부터 이온을 회수하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이온회수 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

[0023] 본 발명은 수용액에 함유된 리튬과 같은 이온의 흡착성능이 우수하고, 흡착평형에 도달하기까지의 반응시간이 짧고 사용되는 수용액의 양이 현저히 적어 매우 효율적으로 이온을 회수할 수 있는 효과가 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 기존의 필터프레스 장치를 응용하여 이온 용출, 수용액으로부터 이온의 흡착, 흡착된 이온의 회수 단계를 일관공정으로 처리할 수 있어 작업효율이 높다는 장점이 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 다수의 컬럼을 병렬로 배치하여 분말을 담지하고 있는 컬럼의 저항을 분산시킴으로써 컬럼을 통과하는 수용액의 유량조절이 가능하다는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0026] 도1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치의 개략도이다.

도2는 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치에 구비되는 이온회수모듈과 컬럼을 설명하기 위한 도면이다.

도3은 본 발명에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치의 반응 시간별 이온흡수율을 나타낸 그래프이다.

도4는 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치를 통과한 리튬수용액 양에 따른 이온흡수율을 나타낸 그래프이다.

도5는 반응 시간에 따라 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치를 통과한 리튬수용액의 양을 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0027] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.

[0028] 도1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치의 개략도이고, 도2는 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치에 구비되는 이온회수모듈과 컬럼을 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 이하, 도1 및 도2를 참고하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)를 설명한다.

[0030] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)는 저수부(110), 가압펌프(120) 및 이온 회수모듈(130)을 포함한다.

[0031] 저수부(110)는 이온회수모듈(130)의 컬럼(135)에 흡착된 이온을 용출시키기 위한 침출액을 저장한다.

[0032] 가압펌프(120)는 리튬 등의 이온이 함유된 해수 또는 염수를 포함하는 수용액과 저수부(110)에 저장된 침출액을 가압시켜 이온회수모듈(130)로 통과시킨다.

[0033] 구체적으로, 가압펌프(120)의 전단에는 가압펌프(120)로 유입되는 유로(104, 106)를 전환시키는 전환밸브(102)가 구비되고, 전환밸브(102)의 전단에는 이온이 함유된 수용액을 가압펌프(120)로 유입시키는 제1유입유로(104)와 저수부(110)에 연결되어 침출액을 가압펌프(120)로 유입시키는 제2유입유로(106)가 연결된다.

[0034] 전환밸브(102)는 제1유입유로(104)와 제2유입유로(106) 중 어느 하나를 가압펌프(120)에 선택적으로 연통시키도록 유로를 전환시킨다.

[0035] 즉, 전환밸브(102)는 이온회수모듈(130)에 이온을 흡착시키는 단계에서는 해수 또는 염수와 같이 이온이 함유된 수용액이 유입되는 제1유입유로(104)가 가압펌프(120)와 연통되도록 한다.

[0036] 그리고, 이온회수모듈(130)에 흡착된 이온을 용출 및 회수하는 단계에서 전환밸브(102)는 저수부(110)에 저장된 침출액이 유입되는 제2유입유로(106)가 가압펌프(120)와 연통되도록 함으로써 이온이 함유된 수용액의 유입을 차단시키고, 이 상태에서 침출액이 가압펌프(120)에 의해 이온회수모듈(130)로 유입되도록 한다.

[0037] 이온회수모듈(130)은 입수구(132), 배수밸브(133) 및 컬럼(135)을 구비한다.

[0038] 입수구(132)로는 가압펌프(120)를 통해 이온이 함유된 수용액과 침출액이 유입된다.

[0039] 배수밸브(133)는 이온회수모듈(130)의 후단에 연결되어 이온이 함유된 수용액과 침출액이 배출된다.

[0040] 이러한 배수밸브(133)의 후단에는 일단이 배수밸브(133)에 연결되고 타단으로는 이온회수모듈(130)을 통과한 수

용액이 배출되는 배수유로(140)와, 일단은 배수밸브(133)에 연결되고 타단은 저수부(110)에 연결되어 이온회수 모듈(130)을 통과한 침출액을 저수부(110)로 유입시키는 순환유로(142)가 구비된다.

- [0041] 이때, 배수밸브(133)는 배수유로(140)와 순환유로(142) 중 어느 하나를 이온회수모듈(130)에 선택적으로 연통시키도록 구성된다.
- [0042] 이와 같은 배수밸브(133)는 전환밸브(102)가 제1유입유로(104)와 연통되어 이온을 함유한 수용액이 유입될 때 배수유로(140)와 연통되도록 함으로써 이온회수모듈(130)을 통과한 수용액이 외부로 배출되도록 한다.
- [0043] 또한, 전환밸브(102)가 제2유입유로(106)와 연통되어 침출액이 유입될 때 배수밸브(133)는 순환유로(142)와 연통되도록 하고, 이온회수모듈(130)을 통과하여 용출된 이온을 함유하는 침출액이 저수부(110)로 유입되도록 함으로써 침출액이 순환되도록 한다.
- [0044] 이때, 전환밸브(102)와 배수밸브(133)는 서로 연동되도록 함으로써 이온의 흡착 단계와 흡착된 이온의 용출 및 회수 단계를 일관공정으로 처리하는 것이 바람직하다.
- [0045] 이온회수모듈(130)에 구비되는 컬럼(135)은 내부에 빈 공간을 형성하는 필터(137)와 필터(137)의 빈 공간에 충전되어 수용액에 함유된 이온을 흡착시키는 분말형태의 이온흡착제(138)로 이루어진다.
- [0046] 이때, 이온흡착제(138)는 분말형태의 리튬 망간 산화물로 형성함으로써 해수 또는 염수와 같이 리튬이 함유된 수용액으로부터 리튬을 회수하는 것이 가능하다.
- [0047] 컬럼(135)은 복수 개 구비될 수 있으며, 복수 개의 컬럼(135)들은 병렬로 배치된다.
- [0048] 입수구(132)를 통해 유입된 수용액은 병렬로 배치된 각각의 컬럼(135)으로 가압되어 주입되는데, 이와 같이 컬럼(135)들을 병렬로 배치함으로써 가압되어 주입되는 수용액에 대한 컬럼(135)들의 저항을 분산시킬 수 있게 되고, 컬럼(135)들을 통과하는 수용액의 유량도 조절할 수 있게 된다.
- [0049] 상기와 같은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)를 이용하여 이온을 회수하기 위해서는 먼저, 가압펌프(120)로 이온이 함유된 수용액을 가압하여 이온회수모듈(130)의 컬럼(135)으로 통과시킨다.
- [0050] 이때, 수용액에 함유된 이온은 컬럼(135)을 통과하면서, 이온흡착제(138)에 흡착된다.
- [0051] 이어서, 컬럼(135)에 흡착된 이온을 용출시키기 위한 침출액을 이온회수모듈(130)로 통과시키고, 용출된 이온이 함유된 침출액으로부터 이온을 회수한다.
- [0052] 이와 같이 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)를 이용한 이온회수 방법은 해수 또는 염수와 같은 이온 함유 수용액으로부터의 이온 흡착 단계, 이온 용출 단계 및 흡착된 이온의 회수 단계를 일관공정으로 처리할 수 있다는 장점이 있다.
- [0053] 도3은 본 발명에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치의 반응 시간별 이온흡수율을 나타낸 그래프이고, 도4는 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치를 통과한 리튬수용액 양에 따른 이온흡수율을 나타낸 그래프이며, 도5는 반응 시간에 따라 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치를 통과한 리튬수용액의 양을 나타낸 그래프이다.
- [0054] 이와 같은 도3 내지 도5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)와 종래의 레저버 타입 이온 회수 장치를 이용하여 리튬이온을 회수한 실험결과를 나타낸 것이다. 구체적으로는 흡착평형에 도달할 때까지 소요되는 반응시간, 각 장치를 통과한 리튬함유 수용액의 양, 상기 반응시간과 리튬함유 수용액의 통과량의 관계를 나타낸 것이다.
- [0055] 이때, 레저버 타입의 장치에는 2~2.5kgf/cm<sup>2</sup>의 압력으로 수용액을 통과시켰고, 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)에는 2~2.5kgf/cm<sup>2</sup>의 압력으로 수용액을 통과시킨 제1실험예와 5~6kgf/cm<sup>2</sup>의 압력으로 수용액을 통과시킨 제2실험예를 준비하였다.
- [0056] 먼저, 2~2.5kgf/cm<sup>2</sup>의 동일한 압력조건으로 실험한 종래의 레저버 타입의 장치와 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)의 리튬이온 회수 효율을 비교하여 보면, 종래의 레저버 타입의 장치와 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)가 흡착평형에 도달할 때까지의 반응시간은 모두 약 3000분 정도로 비슷하게 나타났다(도 3 참고).
- [0057] 그러나, 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)는 약 5000 l 정도의 수용액이 통과하였을 때 흡착평형에 도달한 것으로 나타났으며, 흡착평형에 도달할 때까지 종래의 레저버 타입의 장치를 통과한 리튬함유 수용액의



양은 20000 l 를 넘어서고 있어 본 발명에 비해 약 4배가량 더 많은 수용액을 이용한 것으로 나타났다(도4 참고).

[0058] 이것으로 볼 때, 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)가 종래의 레저버 타입의 장치에 비해 흡착모액의 공급량에 대한 효율이 월등함을 알 수 있다.

[0059] 한편, 본 발명의 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)를 이용한 제2실험예의 경우를 살펴보면, 흡착평형에 도달하는 시간은 약 2000분 정도로 제1실험예의 경우보다 빠른 것으로 나타나 리튬이온의 흡착 속도가 빠르고, 리튬이온의 흡착량은 약 20mg/g으로 제1실험예의 약 13mg/g에 비해 많은 것으로 나타났다(도3 참고).

[0060] 또한, 제2실험예의 장치를 통과한 수용액의 양을 살펴보면, 흡착평형에 도달하기까지 약 1000 l 내외의 수용액을 이용한 것으로 나타나 종래의 레저버 타입의 장치와 제1실험예의 장치에 비해 이용하는 수용액의 양이 현저히 적음을 알 수 있다(도4 참고).

[0061] 상술한 바와 같이 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이온 회수용 가압형 컬럼 장치(100)는 수용액에 함유된 리튬과 같은 이온의 흡착성능이 우수하고, 흡착평형에 도달하기까지의 반응시간이 짧고 사용되는 수용액의 양이 현저히 적어 매우 효율적으로 이온을 회수할 수 있는 효과가 있다.

[0062] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

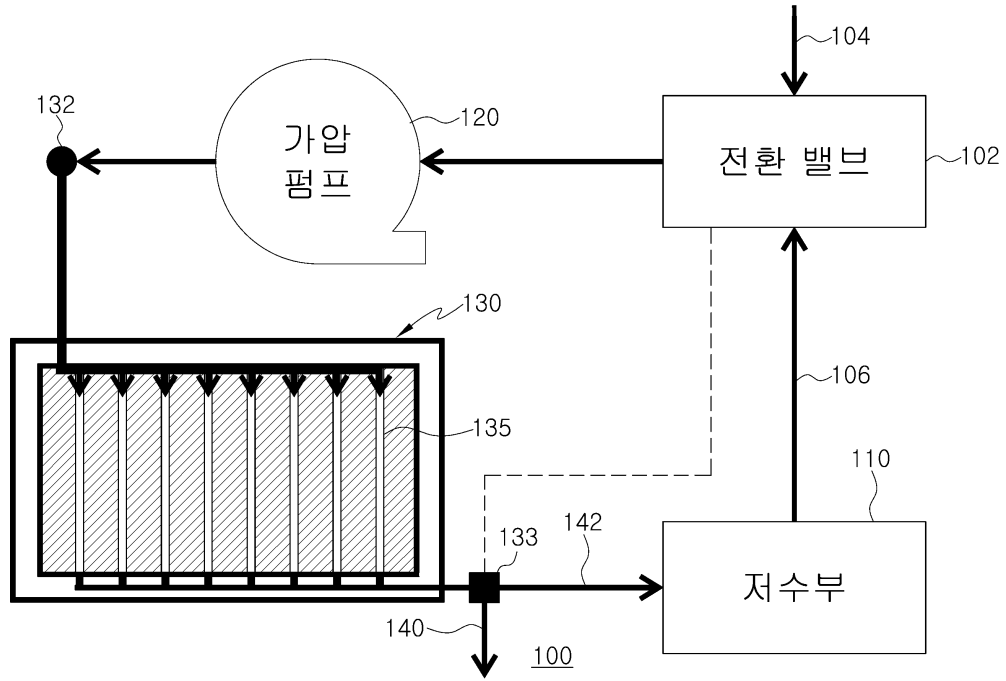
**부호의 설명**

- [0063] 100: 이온 회수용 가압형 컬럼 장치
- |             |             |
|-------------|-------------|
| 102: 전환밸브   | 104: 제1유입유로 |
| 106: 제2유입유로 | 110: 저수부    |
| 120: 가압펌프   | 130: 이온회수모듈 |
| 132: 입수구    | 133: 배수밸브   |
| 135: 컬럼     | 137: 필터     |
| 138: 이온흡착제  | 140: 배수유로   |
| 142: 순환유로   |             |

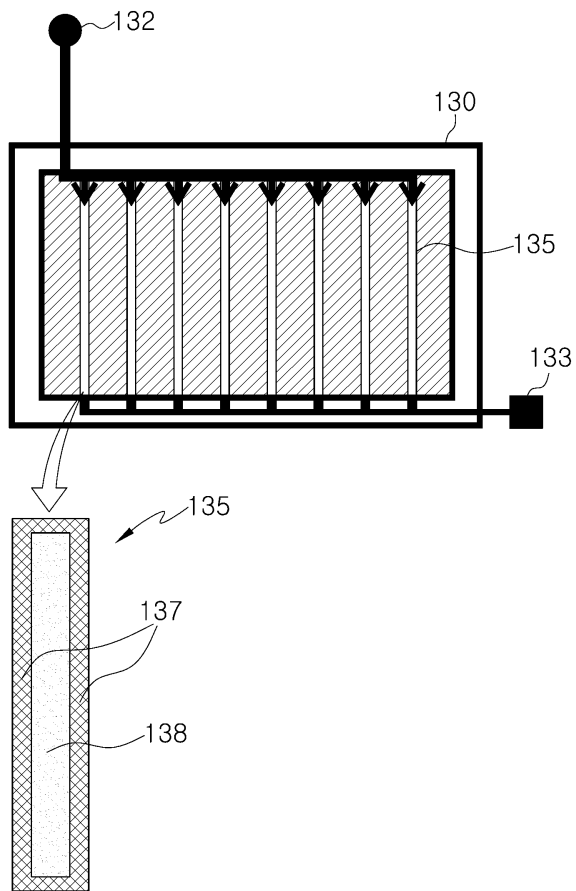


도면

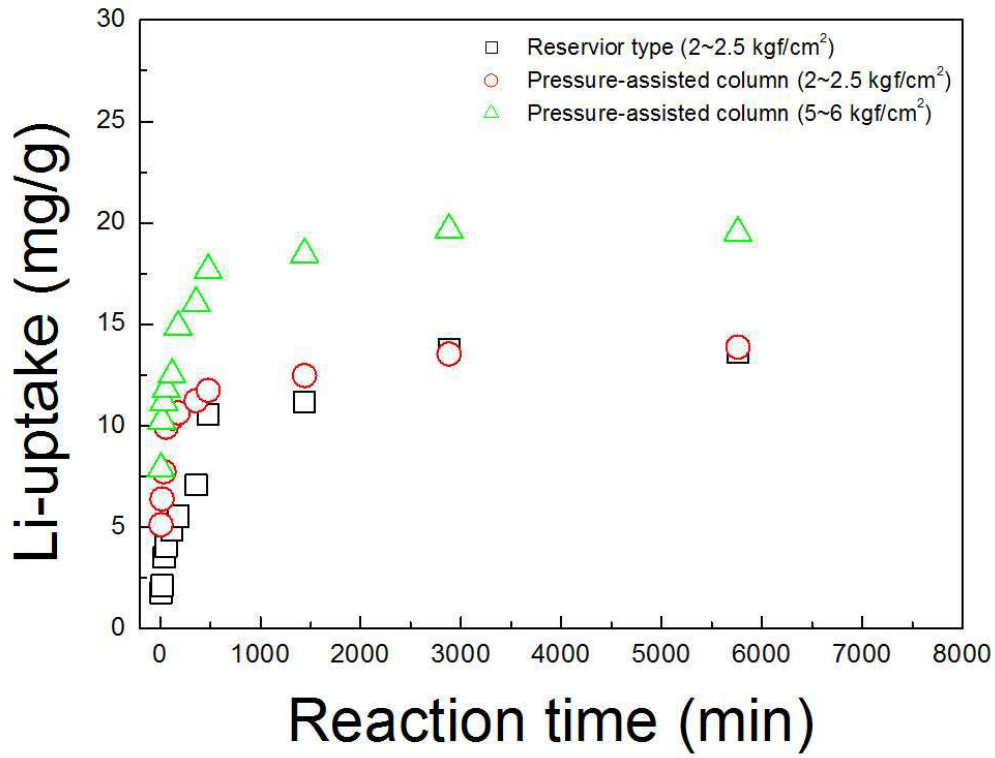
도면1



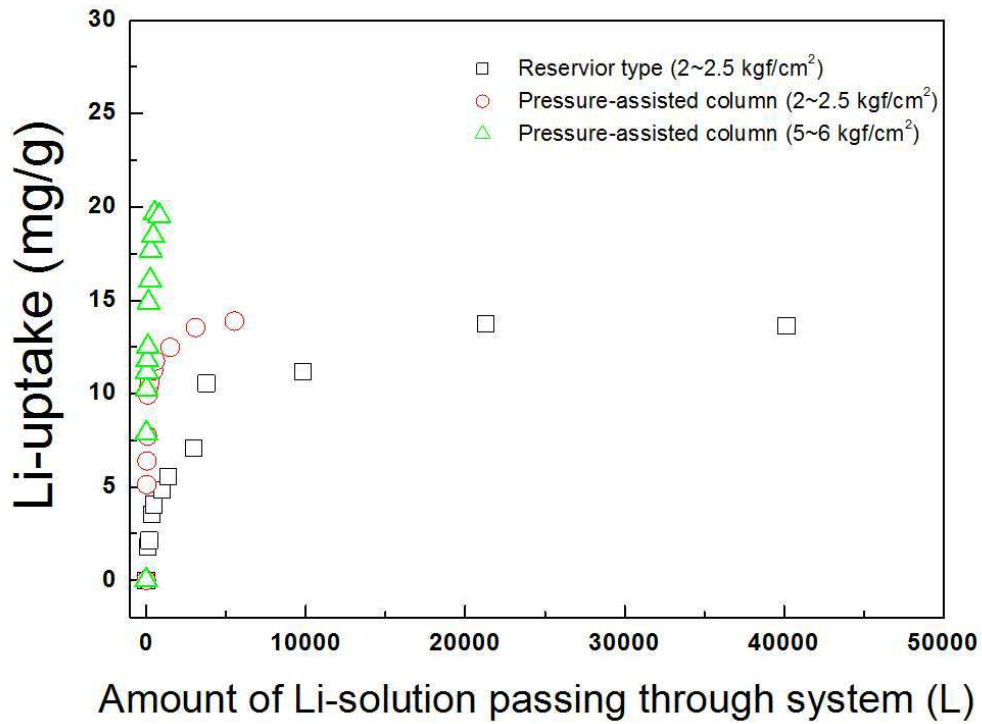
도면2



도면3



도면4



도면5

