

명세서

발명의 명칭: 리튬 회수 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 리튬 회수 방법에 관한 발명이다.

배경기술

- [2] 리튬(Li)은 다양한 산업에 사용되고 있는 공업의 필수 원료이다. 종래에는 리튬이 세라믹, 화학 첨가제 등에 많이 사용되었지만, 최근에는 주요 산업이 무선화, 전동화로 변화하면서 휴대폰, 노트북 등의 전자 기기에 많이 사용되고 있다. 특히, 전기자동차(Battery Electric Vehicle, BEV) 등에 사용되는 리튬배터리의 수요가 증가하면서, 리튬이 포함된 자원으로부터 리튬을 효과적, 경제적으로 추출하는 기술 개발이 요구되고 있다.
- [3] 일반적으로 자연에 존재하는 리튬은 토양, 암석, 자연수에 극미량으로 분포하기 때문에, 리튬이 집중적으로 분포되어 있는 토양, 암석 또는 자연수로부터 리튬을 회수하며, 회수된 리튬은 화합물 형태로 가공하여 이용해야 한다. 예를 들어, 상업성이 있는 리튬은 광석(mineral), 또는 염수(brine)에 집중적으로 분포되어 있다.
- [4] 광석으로부터 리튬을 회수하는 방법은, 리튬을 함유하고 있는 원료, 예를 들어 스포듀민(Spodumene), 레피돌라이트(Lepidolite), 앰블리고나이트(Amblygonite) 또는 페탈라이트(Petalite)에 대한 복수의 공정을 포함한다. 또한, 광석으로부터 리튬을 회수하는 방법은 채광 공정, 파쇄 공정, 분리 공정, 선광 공정을 거친 후 세부적인 가공을 위하여 가열 공정, 농축 공정, 여과 공정 및 첨가제 투입 공정 등의 공정을 포함한다. 이러한 광석으로부터 리튬을 회수하는 방법은 여러 공정을 거쳐야 하기 때문에 설비 투자비 및 운영비가 증가하고, 다량의 산성 슬러지(sludge)가 발생하여 심각한 환경오염을 야기하는 문제가 있다.
- [5] 한편, 광석으로부터 리튬을 회수하는 방법에서 발생하는 문제를 해결하기 위하여 염호(salt lake)에 포함된 염수로부터 리튬을 회수하는 방법이 개발되고 있다. 종래의 염수로부터 리튬을 회수하는 방법은 탄산 리튬(Li_2CO_3)의 형태로 화합물을 만들기 위하여 염수를 자연 증발시켜 염수 내 리튬의 농도를 증가시킨 후, 탄산 리튬으로 석출시켰다. 그러나, 염수를 자연 증발시키는 과정은 1년 이상의 장기간이 소요되며, 농축과정에서 리튬이 다른 물질들과 함께 석출되는 문제가 있었다.
- [6] 이에, 단시간 안에 저농도의 리튬 함유 용액으로부터 효과적으로 리튬을 회수할 수 있는 리튬 회수 방법의 필요성이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상기와 같은 배경에 착안하여 발명된 것으로서, 리튬 함유 용액의 리튬 농도가 낮더라도 효율적으로 리튬을 회수하는 것을 목적으로 한다.
- [8] 또한, 리튬 함유 용액을 오랜 시간 자연 증발시키지 않고, 단시간에 리튬 함유 용액으로부터 리튬을 회수하는 것을 목적으로 한다.
- [9] 또한, 발생하는 슬러지 양을 최소화하고, 환경오염을 방지하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 리튬 이온이 포함된 리튬 함유 용액을 준비하는 단계; 상기 리튬 함유 용액이 킬레이트 수지를 통과하는 동안 상기 리튬 이온이 상기 킬레이트 수지에 결합되도록 상기 킬레이트 수지에 포함된 이온과 상기 리튬 이온을 교환하는 단계; 및 상기 킬레이트 수지로부터 상기 리튬 이온이 분리되도록 상기 리튬 이온이 결합된 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계를 포함하는, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [11] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 함유 용액의 pH를 조절하기 위하여 상기 리튬 함유 용액에 염기성 용액을 혼합하는 단계를 더 포함하고, 상기 리튬 함유 용액은 상기 염기성 용액에 의해 pH가 10 내지 13으로 조절된 상태에서 상기 킬레이트 수지를 통과하는, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 함유 용액은, 상기 킬레이트 수지량에 대한 상기 킬레이트 수지를 통과하는 리튬 함유 용액의 양의 비율이 4.17 내지 8.33이 되도록 제공되는, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [13] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 킬레이트 수지량에 대한 상기 킬레이트 수지에 결합된 리튬 이온의 양의 비율은 1 내지 1.3 인, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 산성 용액은, 상기 킬레이트 수지량에 대한 상기 킬레이트 수지를 통과하는 산성 용액 양의 비율이 1.5 내지 2.5가 되도록 제공되는, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [15] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 킬레이트 수지로부터 상기 리튬 이온이 분리되도록 상기 리튬 이온이 결합된 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계를 더 포함하고, 상기 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계는, 상기 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계 이후에 수행되는, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [16] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 킬레이트 수지로부터 분리된 리튬 이온을 포함하는 리튬 정제 용액에 인, 인산 및 인산염 중 하나 이상을 포함하는 인 공급 물질을 제공하는 단계를 더 포함하고, 상기 리튬 함유 용액 내의 상기 리튬 이온 농도는 0.39g/L 이하인, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.

- [17] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 함유 용액은, 나트륨(Na)의 농도가 30g/L 내지 50g/L인 해수 또는 염수를 포함하는, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 이온과 교환되는 상기 킬레이트 수지에 포함된 이온은 수소 이온인, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 산성 용액의 산의 농도는 1.472 eq/L 내지 2.208 eq/L 인, 리튬 회수 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [20] 본 발명에 따르면, 리튬 함유 용액의 리튬 농도가 낮더라도 효율적으로 리튬을 회수할 수 있는 효과가 있다.
- [21] 또한, 리튬 함유 용액을 오랜 시간 자연 증발시키지 않고, 단시간에 리튬 함유 용액으로부터 리튬을 회수할 수 있는 효과가 있다.
- [22] 또한, 발생하는 슬러지 양을 최소화하고, 환경오염을 방지할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리튬 회수 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.
- [24] 도 2는 pH에 따른 리튬 결합능을 나타낸 그래프이다.
- [25] 도 3은 킬레이트 수지량에 대한 시료량의 비율에 따른 리튬 결합능을 나타낸 그래프이다.
- [26] 도 4는 킬레이트 수지량에 대한 산성 용액 비율에 따른 수소 이온 교환율을 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [27] 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것이다. 본 발명에 따른 권리 범위가 이하에 제시되는 실시예들이나 이들 실시예들에 대한 구체적 설명으로 한정되는 것은 아니다.
- [28] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 설명한다.
- [29] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 리튬 회수 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.
- [30] 도 1을 참조하면, 리튬 회수 방법(S1)에서는 리튬 함유 용액으로부터 리튬이 회수된다. 예를 들어, 리튬 회수 방법(S1)에서는 해수 또는 염수로부터 리튬이 인산 리튬(Li_3PO_4) 형태로 회수될 수 있다.
- [31] 리튬 회수 방법(S1)은 리튬 이온이 포함된 리튬 함유 용액을 준비하는 단계(S100)를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 리튬 함유 용액은 리튬 이온을 포함하며, 일 예로 리튬 함유 용액 내의 리튬 이온의 농도는 0.39g/L 이하일 수 있다. 또한, 리튬 함유 용액은 나트륨(Na)의 농도가 30g/L 내지 50g/L 인 해수 또는 염수일 수 있다. 이러한 리튬 함유 용액을 준비하는 단계(S100)에서는 킬레이트 수지량

에 대한 상기 킬레이트 수지를 통과하는 리튬 함유 용액의 양의 비율이 4.17 내지 8.33이 되도록 리튬 함유 용액을 제공할 수 있다. 즉, 리튬 함유 용액을 준비하는 단계(S100)에서 제공되는 리튬 함유 용액의 양은 킬레이트 수지량에 대하여 부피비로 비율이 4.17 내지 8.33배일 수 있다.

[32] 리튬 회수 방법(S1)은 리튬 함유 용액의 pH를 조절하기 위하여 리튬 함유 용액에 염기성 용액을 혼합하는 단계(S200)를 포함할 수 있다. 이러한 리튬 함유 용액에 염기성 용액을 혼합하는 단계(S200)에서는 리튬 함유 용액의 pH가 10 내지 13으로 조절되도록 염기성 용액이 리튬 함유 용액에 혼합된다. 예를 들어, 염기성 용액은 수산화나트륨(NaOH)일 수 있다. 또한, 리튬 함유 용액에 염기성 용액을 혼합하는 단계(S200)는 염기성 용액이 킬레이트 수지를 통과하기 전에 수행될 수 있다. 이 경우 리튬 함유 용액은 염기성 용액에 의해 pH가 10 내지 13으로 조절된 상태에서 킬레이트 수지를 통과한다. 본 명세서에서 킬레이트 수지는 일 예로, DVB(Divinylbenzene)를 Polystyrene에 첨가해 중합한 이온 교환 수지일 수 있다.

[33] 리튬 회수 방법(S1)은 리튬 함유 용액이 킬레이트 수지를 통과하는 동안 리튬 이온이 킬레이트 수지에 결합되도록 킬레이트 수지에 포함된 이온과 리튬 이온을 교환하는 단계(S300)를 포함할 수 있다. 킬레이트 수지에 포함된 이온과 리튬 이온을 교환하는 단계(S300)에서는 리튬 함유 용액에 염기성 용액을 혼합하는 단계(S200)에서 pH가 조절된 리튬 함유 용액이 킬레이트 수지를 통과한다. 이러한 리튬 함유 용액이 킬레이트 수지를 통과하는 동안 리튬 함유 용액에 포함된 리튬 이온은 킬레이트 수지에 포함된 이온과 서로 교환된다. 다시 말해, 리튬 함유 용액에 포함된 리튬 이온은 킬레이트 수지에 결합되고, 킬레이트 수지에 결합된 이온은 킬레이트 수지로부터 분리된다. 이 경우 리튬 함유 용액에 포함된 리튬 이온은 킬레이트 수지에 결합된 상태로 리튬 함유 용액으로부터 분리된다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 킬레이트 수지에 수소 이온이 포함되어 있을 수 있으며, 수소 이온이 리튬 함유 용액의 리튬 이온과 교환될 수 있다.

[34] 리튬 회수 방법(S1)은 킬레이트 수지로부터 리튬 이온이 분리되도록 리튬 이온이 결합된 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계(S400)에서는 리튬 이온이 결합된 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키며, 산성 용액이 킬레이트 수지를 통과하는 동안 리튬 이온이 킬레이트 수지로부터 분리된다. 이러한 산성 용액의 산의 농도는 1.472 eq/L 내지 2.208 eq/L 이다. 예를 들어, 산성 용액은 농도가 72g/L 이상 108g/L인 황산(H₂SO₄)일 수 있다. 또한, 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계(S400)에서는 산성 용액이 킬레이트 수지량에 대한 킬레이트 수지를 통과하는 산성 용액 양의 비율이 1.5 내지 2.5가 되도록 제공될 수 있다. 즉, 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계(S400)에서 제공되는 산성 용액의 양은 킬레이트 수지량에 대하여 부피비로 1.5 내지 2.5배일 수 있다.

- [35] 리튬 회수 방법(S1)은 킬레이트 수지로부터 리튬 이온이 분리되도록 리튬 이온이 결합된 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계(S500)를 포함할 수 있다. 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계(S500)에서는 리튬 이온이 결합된 킬레이트 수지에 물을 통과시키며, 물이 킬레이트 수지를 통과하는 동안 리튬 이온이 킬레이트 수지로부터 분리된다. 이러한, 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계(S500)는 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계(S400) 이후에 수행될 수 있다. 이 경우 산성 용액이 킬레이트 수지를 통과하면서 리튬 이온이 킬레이트 수지로부터 1차적으로 분리되고(S400), 물이 킬레이트 수지를 통과하면서 리튬 이온이 킬레이트 수지로부터 2차적으로 분리된다(S500). 이러한 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계(S500)에서는 물이 킬레이트 수지량에 대한 킬레이트 수지를 통과하는 물의 비율이 1.5 내지 2.5가 되도록 제공될 수 있다. 즉, 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계(S500)에서 제공되는 물의 양은 킬레이트 수지량에 대하여 부피비로 1.5 내지 2.5배일 수 있다.
- [36] 리튬 회수 방법(S1)은 리튬 정제 용액에 인, 인산 및 인산염 중 하나 이상을 포함하는 인 공급 물질을 제공하는 단계(S600)를 포함할 수 있다. 여기서 리튬 정제 용액은 킬레이트 수지로부터 분리된 리튬 이온을 포함하는 용액이다. 인 공급 물질을 제공하는 단계(S600)에서는 인 공급 물질이 리튬 이온과 반응하여 인산리튬(Li_3PO_4)이 생성될 수 있다. 여기서 인 공급 물질은 인, 인산 및 인산염 중 하나 이상을 포함하며, 인산염은 인산칼륨, 인산나트륨 및 인산암모늄 중 하나 이상일 수 있다.
- [37] 이처럼, 리튬 회수 방법(S1)은 리튬 이온의 농도가 0.39g/L 이하로 저농도의 리튬 이온이 함유된 해수 또는 염수로부터 리튬 이온을 인산리튬 형태로 회수할 수 있다.
- [38] 이하에서는 본 발명의 리튬 회수 방법을 실시예를 설명하도록 한다.

[39] **pH에 따른 분석 결과**

[40] [표1]

			실시 예1	실시 예2	실시 예3	실시 예4	실시 예5	실시 예6	실시 예7
pH			pH 2	pH 6	pH 9	pH 10	pH 11.5	pH 13	pH 14
시료량(mL)			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
킬레이트 수 지량(mL)			180	180	180	180	180	180	180
반응 전	Li	mg/L	250	250	250	250	250	250	250
	Na	g/L	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3
반응 후	Li	mg/L	113	97.0	82.7	46.4	16.8	58.7	78.3
	Na	g/L	22.4	30.5	32.1	34.8	33.6	34.2	38.2

리튬 회수율(%)	54.8	61.2	66.9	81.4	93.3	76.5	68.7
리튬 결합능	0.76	0.85	0.93	1.13	1.30	1.06	0.95

- [41] 상기의 표 1에서 실시예 1 내지 7은 동일한 실험 조건 하에서 리튬 함유 용액의 pH만 변경하면서 실험한 것이다. 여기서 pH 조절은 리튬 함유 용액에 염기성 용액을 혼합하는 단계(S200)에서 이루어 진다. 본 명세서에서 리튬 회수율(%)은 반응 전 리튬 함유 용액에 포함된 리튬 양에 대한 킬레이트 수지에 결합된 리튬의 양의 백분율을 나타낸다. 또한, 리튬 결합능은 킬레이트 수지량에 대한 킬레이트 수지에 결합된 리튬의 양을 나타내는 것으로 킬레이트 수지에 리튬이 회수되는 정도를 의미한다. 즉, 처리하는 시료의 리튬의 절대량(mg)이 같을 시 리튬 결합능이 높을수록 동일한 킬레이트 수지에 더 많은 양의 리튬이 회수되는 것을 의미한다. 상기의 표 1 및 도 2에서 알 수 있듯이, pH가 변화함에 따라 리튬 회수율과 리튬 결합능이 변화함을 알 수 있다. pH가 10 내지 13으로 조절된 리튬 함유 용액(실시예 4 내지 6)인 경우에 리튬 회수율 및 리튬 결합능의 면에서 더욱 바람직하다는 것을 알 수 있다.

- [42] 킬레이트 수지량에 대한 시료량의 비율에 따른 분석 결과

- [43] [표2]

			실시예8	실시예9	실시예10	실시예11	실시예12
시료량(mL)			500	750	1,000	1,500	2,000
킬레이트 수지량(mL)			180	180	180	180	180
반응 전	pH		11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	Li	mg/L	250	250	250	250	250
반응 후	Li	mg/L	0.11	8.50	16.80	97.20	138.70
킬레이트 수지량에 대한 시료량의 비율			2.78	4.17	5.56	8.33	11.11
리튬 결합능			0.69	1.01	1.30	1.27	1.24

- [44] 상기의 표 2에서 실시예 8 내지 12는 동일한 실험 조건 하에서 시료량을 변경하면서 실험한 것이다. 본 명세서에서 시료량은 킬레이트 수지를 통과하는 리튬 함유 용액의 양을 의미한다. 즉, 상기의 표 2는 킬레이트 수지량에 대한 킬레이트 수지를 통과하는 리튬 함유 용액의 양의 비율을 변경하면서 실험한 것이다. 상기의 표 2 및 도 3에서 알 수 있듯이 킬레이트 수지량에 대한 시료량이 변화하면 리튬 결합능이 변화함을 알 수 있다. 더욱이 킬레이트 수지량에 대한 시료량의 비율이 4.17 내지 8.33인 경우(실시예 9 내지 11)가 리튬 결합능이 더욱 바람직하다는 것을 알 수 있다. 킬레이트 수지량에 대한 시료량의 비율이 실시예 9와 같이 4.17 이상인 경우 리튬 결합능이 1 이상의 현저한 효과를 가지게 된다. 킬레이트

수지량에 대한 시료량의 비율이 실시예 11와 같이 8.33을 이하인 경우 리튬 결합능을 소정 수준으로 유지하면서도 투입되는 시료량이 과도하게 많아지는 것을 방지할 수 있다.

[45] 킬레이트 수지량에 대한 산성 용액 비율에 따른 분석 결과

[46] [표3]

		실시예13	실시예14	실시예15	실시예16	실시예17
킬레이트 수지량(mL)		180				
결합된 Li의 총량(mg)		233				
사용된 산성 용액의 산의 농도(eq/L as acid)		1.84				
액량	mL	90	180	270	360	450
Li	mg/L	3.8	6.3	613	572	465
수지량에 대한 액량의 비율		0.5	1	1.5	2	2.5
소모되는 산의 양(eq as acid)		0.166	0.331	0.497	0.662	0.828
수소 이온 교환 후 추출된 Li 총량(mg)		0.34	1.13	165.51	205.92	209.25
수소 이온 교환율(%)		0.15	0.49	71.03	88.38	89.81

[47] 상기의 표 3에서 실시예 13 내지 17은 동일한 실험 조건 하에서 액량을 변경하면서 실험한 것이다. 본 명세서에서 액량은 킬레이트 수지를 통과하는 산성 용액의 양을 의미한다. 즉, 상기의 표 3은 킬레이트 수지량에 대한 킬레이트 수지를 통과하는 산성 용액의 양의 비율을 변경하면서 실험한 것이다. 상기의 표 3 및 도 4에서 알 수 있듯이, 소모되는 산성 용액의 양이 변화하면 수소 이온 교환율이 변화하는 것을 알 수 있다. 킬레이트 수지량에 대한 액량의 비율이 부피비로 1.5 내지 2.5인 경우(실시예 15 내지 17)가 수소 이온 교환율이 더욱 바람직하다는 것을 알 수 있다. 킬레이트 수지량에 대한 액량의 비율이 실시예 15와 같이 부피비로 1.5 이상인 경우 수소 이온 교환율이 현저하게 높아지며, 회수되는 리튬의 양이 향상되는 효과가 있다. 또한, 킬레이트 수지량에 대한 액량의 비율이 실시예 17과 같이 부피비로 2.5 이하인 경우 투입되는 산성 용액의 양이 과도하게 많아

지는 것을 방지할 수 있다. 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

- [48] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 리튬 이온이 포함된 리튬 함유 용액을 준비하는 단계;
상기 리튬 함유 용액이 킬레이트 수지를 통과하는 동안 상기 리튬 이온이
상기 킬레이트 수지에 결합되도록 상기 킬레이트 수지에 포함된 이온과
상기 리튬 이온을 교환하는 단계; 및
상기 킬레이트 수지로부터 상기 리튬 이온이 분리되도록 상기 리튬 이온
이 결합된 킬레이트 수지에 산성 용액을 통과시키는 단계를 포함하는,
리튬 회수 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 리튬 함유 용액의 pH를 조절하기 위하여 상기 리튬 함유 용액에 염
기성 용액을 혼합하는 단계를 더 포함하고,
상기 리튬 함유 용액은 상기 염기성 용액에 의해 pH가 10 내지 13으로 조
절된 상태에서 상기 킬레이트 수지를 통과하는,
리튬 회수 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 리튬 함유 용액은, 상기 킬레이트 수지량에 대한 상기 킬레이트 수지
를 통과하는 리튬 함유 용액의 양의 비율이 4.17 내지 8.33이 되도록 제공
되는,
리튬 회수 방법.
- [청구항 4] 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,
상기 킬레이트 수지량에 대한 상기 킬레이트 수지에 결합된 리튬 이온의
양의 비율은 1 내지 1.3 인,
리튬 회수 방법.
- [청구항 5] 제 3 항에 있어서,
상기 산성 용액은, 상기 킬레이트 수지량에 대한 상기 킬레이트 수지를 통
과하는 산성 용액 양의 비율이 1.5 내지 2.5가 되도록 제공되는,
리튬 회수 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 킬레이트 수지로부터 상기 리튬 이온이 분리되도록 상기 리튬 이온
이 결합된 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계를 더 포함하고,
상기 킬레이트 수지에 물을 통과시키는 단계는, 상기 킬레이트 수지에 산
성 용액을 통과시키는 단계 이후에 수행되는,
리튬 회수 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 킬레이트 수지로부터 분리된 리튬 이온을 포함하는 리튬 정제 용액
에 인, 인산 및 인산염 중 하나 이상을 포함하는 인 공급 물질을 제공하는
단계를 더 포함하고,

- 상기 리튬 함유 용액 내의 상기 리튬 이온 농도는 0.39g/L 이하인,
리튬 회수 방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 리튬 함유 용액은, 나트륨(Na)의 농도가 30g/L 내지 50g/L인 해수 또는 염수를 포함하는,
리튬 회수 방법.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 리튬 이온과 교환되는 상기 킬레이트 수지에 포함된 이온은 수소 이온인,
리튬 회수 방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 산성 용액의 산의 농도는 1.472 eq/L 내지 2.208 eq/L 인,
리튬 회수 방법.