



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년06월09일  
 (11) 등록번호 10-1039595  
 (24) 등록일자 2011년06월01일

(51) Int. Cl.  
*G21F 9/06* (2006.01) *G21F 9/12* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0119088  
 (22) 출원일자 2010년11월26일  
 심사청구일자 2010년11월26일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2000235098 A\*  
 KR1020090061001 A\*  
 JP2006317290 A  
 JP1994339615 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국지질자원연구원  
 대전 유성구 가정동 30번지  
 (72) 발명자  
 정경우  
 대전광역시 서구 탄방동 779 위즈아파트 1202호  
 김철주  
 대전광역시 서구 둔산2동 은초롱아파트 1001호  
 윤호성  
 서울특별시 서초구 서초4동 래미안 서초스위트  
 102동 2105호  
 (74) 대리인  
 특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이용호

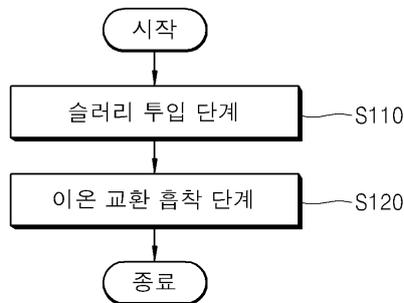
**(54) 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법**

**(57) 요약**

우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 교반함과 동시에 초음파를 인가하는 것을 통해 우라늄 이온의 이온교환 흡착 속도를 향상시킬 수 있는 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법은 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 반응조 내에 투입하는 단계; 및 상기 반응조 내에 투입된 슬러리에 초음파를 인가하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**대표도** - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2009-027-01

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 기본사업

연구과제명 국내/외 우라늄 확보 전주기 요소기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2009.01.01 ~ 2011.12.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

외곽조의 내측에 삽입되는 반응조 내에 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 투입하는 단계;  
및

상기 슬러리를 교반하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키되, 상기 이온 교환 흡착시 초음파를 인가하는 것을 특징으로 하되,

상기 이온 교환 흡착시, 상기 반응조 내의 온도는 20 ~ 40℃의 온도로 유지하고, pH는 2 ~ 6으로 제어하고, 상기 슬러리가 상기 반응조로부터 흘러 넘치지 않도록 200 ~ 450rpm으로 교반하며,

상기 초음파 인가시, 10 ~ 90W의 출력전압으로 인가하되, 상기 반응조 내에 투입된 이온교환수지가 초음파에 직접 조사되어 파괴되지 않도록 상기 외곽조 내에 장입하여 인가하는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이온교환수지는

강 염기성 음이온 교환 수지 및 약 염기성 음이온 교환 수지를 포함하는 다공질의 합성수지 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이온교환수지는

3 ~ 8g/ℓ를 첨가하는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 pH는

황산으로 제어하는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

**청구항 9**

우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 반응조 내에 투입하는 단계; 및

상기 반응조 내에 투입된 슬러리를 교반함과 동시에 초음파를 인가하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키는 단계;를 포함하며,

상기 이온 교환 흡착시, 상기 반응조 내의 온도는 20 ~ 40℃의 온도로 유지하고, pH는 2 ~ 6으로 제어하고, 상기 슬러리가 상기 반응조로부터 흘러 넘치지 않도록 200 ~ 450rpm으로 교반하며,

상기 초음파 인가시, 10 ~ 90W의 출력전압으로 인가하되, 상기 초음파 인가는 초음파를 발생시키는 초음파 장치의 팁을 반응조를 담고 있는 외곽조 내에 장입하여 인가하는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 이온교환수지는

강 염기성 음이온 교환 수지 및 약 염기성 음이온 교환 수지를 포함하는 다공질의 합성수지 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

상기 이온교환수지는

3 ~ 8g/ℓ를 첨가하는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

제9항에 있어서,

상기 pH는

황산으로 제어하는 것을 특징으로 하는 우라늄 이온교환 흡착 방법.

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 우라늄 이온교환 흡착 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 교반함과 동시에 초음파를 인가하는 것을 통해 우라늄 이온의 이온교환 흡착 속도를 향상시킬 수 있는 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로, 우라늄을 함유한 광물로부터 침출 반응을 통하여 추출된 우라늄은 이온교환수지로 흡착시켜 정제하는 공정을 수행하게 되는 데, 이 경우 컬럼 방식이 주류를 이루어 왔다.

[0003] 이러한 컬럼 방식의 경우, 우라늄이 침출된 침출 용액을 반응조 내에 수직인 방향으로 투입하는 방식으로 진행되는 데, 이를 위해서는 침출 용액 후에 침출 용액내에 남아있는 잔사를 분리하는 고/액 분리 단계가 요구된다.

[0004] 최근에는, 컬럼 방식의 본질적인 문제를 회피하기 위한 일환으로, 원료 물질로부터 우라늄이 침출되어 농후한 슬러리를 형성하고, 이어서 이온교환수지가 사용되어 맑고 농후한 침출 용액보다는 슬러리로부터 우라늄을 직접적으로 흡착하는 레진-인-펄프(resin-in-pulp) 방식이 개발된 바 있다.

[0005] 그러나, 이러한 레진-인-펄프 방식의 경우 반응조 내에 투입되는 우라늄 침출 용액 및 이온교환수지를 포함하는 슬러리를 적절히 혼합되도록 교반하는 것에 의하여 우라늄 이온교환 흡착이 이루어지는 데, 이 과정이 대략 수십 ~ 수백 시간으로 매우 느리게 진행되기 때문에 우라늄 이온교환 흡착 시간이 매우 길어져 흡착율이 매우 낮다는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명의 하나의 목적은 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 교반하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키되, 상기 이온 교환 흡착시 초음파를 인가하는 것을 통해 우라늄 이온교환 흡착 속도를 고속화할 수 있는 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법을 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 반응조 내에 투입한 후 교반시켜 줌과 동시에 초음파를 인가하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키는 것을 통하여 우라늄의 이온교환 흡착 속도를 고속화할 수 있는 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법을 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상기 하나의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법은 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 교반하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키되, 상기 이온 교환 흡착시 초음파를 인가하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 이온교환수지는 강 염기성 음이온 교환 수지 및 약 염기성 음이온 교환 수지를 포함하는 다공질의 합성수지 중에서 선택될 수 있다.

[0010] 상기 이온교환수지는 3 ~ 8g/l 를 첨가하는 것이 바람직하다.

[0011] 상기 이온 교환 흡착시, 20 ~ 40℃의 온도로 수행하는 것이 바람직하다.

[0012] 상기 이온 교환 흡착시, pH는 2 ~ 6으로 제어하는 것이 바람직하다.

[0013] 상기 pH는 황산으로 제어한다.

[0014] 상기 혼합은 200 ~ 450rpm으로 교반한다.

- [0015] 상기 초음파 인가시, 10 ~ 90W의 출력전압으로 인가한다.
- [0016] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초음파 인가에 따른 고효율 우라늄 침출 방법은 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 반응조 내에 투입하는 단계; 및 상기 반응조 내에 투입된 슬러리를 교반함과 동시에 초음파를 인가하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기 이온교환수지는 강 염기성 음이온 교환 수지 및 약 염기성 음이온 교환 수지를 포함하는 다공질의 합성수지 중에서 선택될 수 있다.
- [0018] 상기 이온교환수지는 3 ~ 8g/l를 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0019] 상기 이온 교환 흡착시, 20 ~ 40℃의 온도로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0020] 상기 이온 교환 흡착시, pH는 2 ~ 6으로 제어하는 것이 바람직하다.
- [0021] 상기 pH는 황산으로 제어한다.
- [0022] 상기 혼합은 200 ~ 450rpm으로 교반한다.
- [0023] 상기 초음파 인가시, 10 ~ 90W의 출력전압으로 인가하는 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 초음파 인가는 초음파를 발생시키는 초음파 장치의 팁을 반응조를 담고 있는 외곽조 내에 장입하여 인가할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명은 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 교반하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키되, 상기 이온 교환 흡착시 초음파를 지속적으로 인가함으로써 캐비테이션(cavitation)에 의한 혼합 효과 및 유효충돌빈도의 증가 효과로 우라늄 이온의 이온교환 흡착 속도를 가속화할 수 있는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법을 개략적으로 나타낸 공정 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법을 개략적으로 나타낸 공정 모식도이다.
- 도 3은 실시예 1,2 및 비교예 1에 대한 침출 시간에 따른 우라늄 잔류량 및 흡착율을 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 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.
- [0028] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법을 개략적으로 나타낸 공정 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법을 개략적으로 나타낸 공정

모식도이다.

[0030] 도 1 및 도 2을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법은 슬러리 투입 단계(S110) 및 이온 교환 흡착 단계(S120)를 포함한다.

[0031] **슬러리 투입 단계**

[0032] 슬러리 투입 단계(S110)에서는 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지(140)가 혼합된 슬러리(120)를 반응조(100) 내에 투입한다.

[0033] 상기 이온교환수지(140)는 강 염기성 음이온 교환 수지 및 약 염기성 음이온 교환수지를 포함하는 다공질의 합성수지 중에서 선택될 수 있으며, 이러한 다공질의 합성수지로는, 하나의 예를 들면, Lanxess MP 600가 이용될 수 있다.

[0034] 이러한 이온교환수지(140)는 미세한 3차원 구조의 고분자 기체에 이온교환기를 결합시킨 것으로서 극성 또는 비극성 용액중에 녹아있는 이온성 불순물을 교환 및 정제해 주는 고분자 물질로써, 이온교환수지(140)가 가지고 있는 가동 이온이 용액중의 다른 이온과 서로 치환시켜 주는 합성수지라 정의할 수 있다.

[0035] 본 실시예에서, 상기 이온교환수지(140)는 3 ~ 8g/l를 첨가하는 것이 바람직하다. 만약, 이온교환수지(140)가 3g/l 미만으로 첨가될 경우에는 그 첨가량이 미미하여 이온교환 흡착 효과가 불충분할 수 있고, 반대로 이온교환수지(140)를 8g/l를 초과하여 첨가할 경우에는 과도한 첨가량에 의하여 생산 비용이 상승하는 문제가 있다.

[0036] **이온 교환 흡착 단계**

[0037] 이온 교환 흡착 단계(S120)에서는 반응조(100) 내에 투입된 슬러리(120)를 교반함과 동시에 초음파를 인가하여 이온교환수지(140)에 우라늄 이온을 이온교환 흡착시킨다.

[0038] 상기 슬러리(120)의 pH는 2 ~ 6으로 제어하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 슬러리(120)의 pH는 황산의 첨가량으로 조절하게 된다.

[0039] 상기 이온 교환 흡착은 20 ~ 40℃에서 수행하는 것이 좋고, 상기 혼합은 200 ~ 350rpm으로 교반하는 것이 바람직하다. 이와 같이, 반응조(100) 내에 공급된 슬러리(120)는 반응조(100)로부터 흘러 넘치지 않을 정도의 속도로 교반자(130)에 의한 회전 운동을 통해 일정 시간 동안 교반시키는 것이 좋다.

[0040] 이러한 반응조(100)는 이를 감싸는 외곽조(200)의 내부에 담겨지는 형태로 삽입 배치하는 것이 좋은데, 이와 같이 구성하는 것은 후술할 초음파 인가시 반응조(100) 내에 투입된 이온교환수지(120)가 초음파에 직접 조사되어 파괴되는 것을 미연에 방지하기 위함이다.

[0041] 또한, 상기 이온교환 흡착 반응 시간은 0.1 ~ 3시간 동안 수행하는 것이 바람직하다. 이때, 본 발명의 경우 이온교환 흡착 반응 시간이 3시간 이내로 단축될 수 있는 것은 초음파 인가에 따른 캐비테이션(cavitation) 효과에 기인한 것이다.

[0042] 이에 대해 구체적으로 설명하면, 본 발명의 실시예에 따른 우라늄 이온교환 흡착 방법의 경우, 반응조(100) 내에 투입된 슬러리(120)를 교반시킴과 동시에 초음파를 인가하여 이온교환수지(140)에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키는 것을 특징으로 한다.

[0043] 이때, 초음파는 10 ~ 100W의 출력전압을 인가하는 것이 바람직하다. 만약, 초음파의 출력전압이 10W 미만으로 인가될 경우에는 초음파의 인가에 따른 캐비테이션(cavitation) 효과가 미미하여 이온교환 흡착 반응이 원활히 이루어지지 않을 수 있고, 반대로 초음파의 출력전압이 100W를 초과하여 인가될 경우에는 과도한 초음파 인가로 인하여 수지가 파괴되는 현상이 발생할 수 있다.

[0044] 이와 같이, 상기 이온교환 흡착 반응시, 슬러리(120)에 초음파를 지속적으로 인가할 경우, 캐비테이션에 의한 혼합 효과 및 유효충돌빈도의 증가 효과로 이온교환 흡착 속도가 빨라져 우라늄 이온의 이온교환 흡착 효과를 극대화할 수 있어 이온교환 흡착 반응 시간을 단축시킬 수 있는 이점이 있다.

[0045] 특히, 상기 이온교환 흡착 반응시, 초음파는 초음파 장치(150)의 팁을 반응조(100)를 감싸고 있는 외곽조(200) 내에 장입하여 인가하는 것이 바람직하다. 이때, 초음파 장치(150)의 팁을 직접 반응조(100) 내에 장입하여 초음파를 조사할 경우, 이온교환수지(120)가 파괴되는 문제가 발생할 수 있기 때문에 초음파 인가시, 초음파 장치(150)의 팁은 외곽조(200) 내에 장입한 후에 초음파를 조사하는 것이 바람직하다.

[0046] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 초음파를 이용한 우라늄 이온교환 흡착 방법의 경우, 우라늄 이온, 황산 및 이온교환수지가 혼합된 슬러리를 교반하여 상기 이온교환수지에 우라늄 이온을 이온 교환 흡착시키되, 상기 이온 교환 흡착시 초음파를 지속적으로 인가함으로써 캐비테이션(cavitation)에 의한 혼합 효과 및 유효충돌빈도의 증가 효과로 우라늄 이온의 이온교환 흡착 속도를 고속화할 수 있는 이점이 있다.

[0047] **실시예 1**

[0048] 우라늄 이온 106ppm, 이온교환수지 3.6g/ℓ 및 황산을 적절히 첨가 혼합하여 슬러리를 제조하였으며, 이때, 이온교환수지로는 Lanxess MP 600를 이용하였다. 다음, 상기 슬러리를 250rpm으로 교반함과 동시에 초음파를 지속적으로 인가하여 1시간 동안 이온교환 흡착 반응을 수행하였다. 이때, 이온교환 흡착 반응을 수행하는 동안 이온교환 흡착 반응 온도는 25℃로 유지하면서 슬러리의 pH는 4.0이 유지되도록 황산을 첨가하였으며, 초음파의 출력전압은 41W를 인가하였다. 총 이온교환 흡착 반응은 1시간 동안 수행하였으며, 10분마다 샘플을 채취한 후 ICP로 분석하여 우라늄 잔류량 및 흡착율을 얻었다.

[0049] **실시예 2**

[0050] 우라늄 이온 106ppm, 이온교환수지 6g/ℓ 및 황산을 적절히 첨가 혼합하여 슬러리를 제조하였으며, 이때, 이온교환수지로는 Lanxess MP 600를 이용하였다. 다음, 상기 슬러리를 250rpm으로 교반함과 동시에 초음파를 지속적으로 인가하여 1시간 동안 이온교환 흡착 반응을 수행하였다. 이때, 이온교환 흡착 반응을 수행하는 동안 이온교환 흡착 반응 온도는 25℃로 유지하면서 슬러리의 pH는 4.0이 유지되도록 황산을 첨가하였으며, 초음파의 출력전압은 80W를 인가하였다. 총 이온교환 흡착 반응은 1시간 동안 수행하였으며, 10분마다 샘플을 채취한 후 ICP로 분석하여 우라늄 잔류량 및 흡착율을 얻었다.

[0051] **비교예 1**

[0052] 우라늄 이온 106ppm, 이온교환수지 3.6g/ℓ 및 황산을 적절히 첨가 혼합하여 슬러리를 제조하였으며, 이때, 이온교환수지로는 Lanxess MP 600를 이용하였다. 다음, 상기 슬러리에 초음파를 인가하는 것 없이 250rpm으로 교반하여 1시간 동안 이온교환 흡착 반응을 수행하였다. 이때, 이온교환 흡착 반응을 수행하는 동안 이온교환 흡착 반응 온도는 25℃로 유지하면서 슬러리의 pH는 4.0이 유지되도록 황산을 첨가하였으며, 초음파는 조사하지 않았다. 총 이온교환 흡착 반응은 1시간 동안 수행하였으며, 10분마다 샘플을 채취한 후 ICP로 분석하여 우라늄 잔류량 및 흡착율을 얻었다.

[0053] 도 3은 실시예 1, 2 및 비교예 1에 대한 침출 시간에 따른 우라늄 잔류량 및 흡착율을 나타낸 그래프이다.

[0054] 도 3에 도시된 바와 같이, 실시예 1, 2의 경우 비교예 1과 비교하여, 흡착 시간의 경과에 따른 우라늄 잔류량이 모두 감소한 것을 확인할 수 있다. 특히, 실시예 1에 비하여 이온교환수지의 첨가량은 많고 초음파의 출력전압이 높은 실시예 2의 경우 우라늄 잔류량이 보다 현저하게 줄어드는 것을 알 수 있다.

[0055] 한편, 실시예 1, 2의 경우 비교예 1에 비하여 흡착 시간의 경과에 따른 우라늄 흡착율이 전반적으로 상승한 것을 확인할 수 있다. 이때, 실시예 1에 비하여 이온교환수지의 첨가량은 많고 초음파의 출력전압이 높은 실시예 2의 경우, 흡착 시간의 경과에 따른 우라늄 흡착율이 보다 현저하게 상승한 것을 확인할 수 있다.

[0056] 이때, 실시예 1, 2에서 우라늄 잔류량이 감소한 것은 초음파에 의한 캐비테이션 효과에 의하여 이온교환 흡착 반응이 활발히 이루어진 것에 기인한 것으로 이해될 수 있다.

[0057] 위와 같은 실험 결과에 따르면, 초음파를 인가할 경우 초음파를 인가하지 않았을 경우에 비하여 우라늄 이온교환 흡착 속도는 빨라지고 우라늄 흡착량은 증가한다는 것을 알 수 있다. 또한, 이온교환수지의 첨가량이 많을수록, 그리고 초음파의 출력전압이 높을수록 우라늄 이온교환 흡착 속도가 상승한다는 것을 알 수 있다.

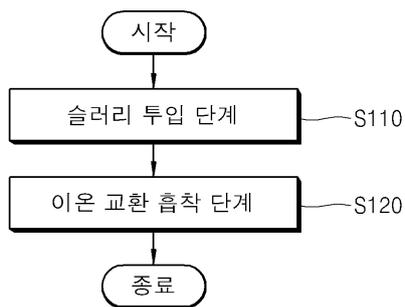
[0058] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 기술자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형은 본 발명이 제공하는 기술 사상의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구 범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

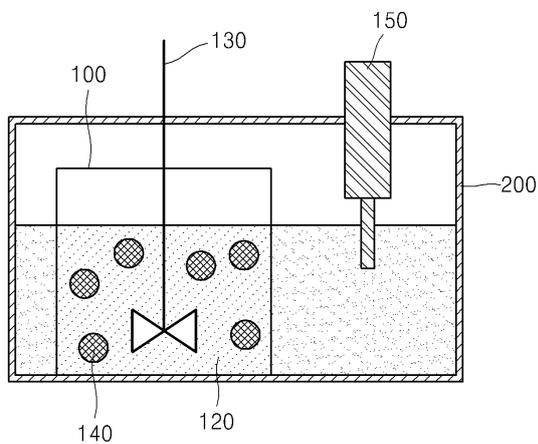
[0059] S110 : 슬러리 투입 단계  
S120 : 이온 교환 흡착 단계

**도면**

**도면1**



**도면2**



도면3

