



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

(45) 공고일자 2014년04월25일  
 (11) 등록번호 10-1389484  
 (24) 등록일자 2014년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C25C 1/08 (2006.01) C22B 23/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0051839  
 (22) 출원일자 2012년05월16일  
 심사청구일자 2012년05월16일  
 (65) 공개번호 10-2013-0128080  
 (43) 공개일자 2013년11월26일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2011214132 A\*  
 KR1020080093146 A\*  
 JP2011208272 A  
 KR100727719 B1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국지질자원연구원  
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
 (72) 발명자  
**박경호**  
 대전광역시 서구 청사로 282 수정타운아파트 8동 1508호  
**남철우**  
 대전광역시 서구 둔산북로 215 가람아파트 1동 802호  
**판카지 쿠마 파르히**  
 인도 오리사주 756020 바라소레 포-티카라팔 에트-나가팔  
 (74) 대리인  
**박창희, 김종관, 권오식**

전체 청구항 수 : 총 2 항

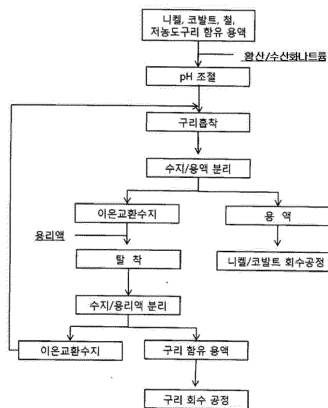
심사관 : 이인철

(54) 발명의 명칭 **저농도 구리이온이 함유된 용액으로부터 구리이온 제거방법**

**(57) 요약**

본 발명은 a) 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 이미노아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 이온교환수지를 이용하여 구리이온을 선택적으로 흡착제거하는 단계; 및 b) 상기 구리이온이 흡착된 이온교환수지에서 구리를 탈착시켜 회수하고, 이온교환수지를 재생하는 단계; 를 포함하는 구리이온 제거 방법에 관한 것이다. 또한 본 발명은 구리이온 제거 방법으로 구리이온이 흡착된 이온교환수지를 황산 2 ~ 10vol%인 용리액으로 탈착시켜 회수되는 구리에 관한 것이다.

**대표도 - 도1**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
과제고유번호 GFB2001003  
부처명 국토해양부  
연구사업명 국토해양기술연구개발사업(해양분야)  
연구과제명 심해저 망간단괴 제련기술 개발  
기여율 1/1  
주관기관 한국지질자원연구원  
연구기간 2010.03.01 ~ 2016.02.28

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

a) 금속이온으로서 니켈이온, 코발트이온, 철이온 및 구리이온이 포함되는 혼합용액으로부터 이미노이아세트산 관능기를 갖는 킬레이트 이온교환수지를 이용하여 290 ~ 350K, pH 1.5 ~ 3.0에서 구리이온을 선택적으로 흡착 제거하는 단계; 및

b) 상기 구리이온이 흡착된 이온교환수지에서 구리를 탈착시켜 회수하고, 이온교환수지를 재생하는 단계;를 포함하며,

상기 a)단계에서 이온교환수지는 혼합용액을 기준으로 0.5 ~ 10% (g/L) 포함하고,

상기 a)단계에서, 상기 구리이온의 흡착제거율이 65 ~ 99.9%이고, 상기 구리이온 이외의 금속이온의 흡착제거율이 1%미만인 것을 특징으로 하는 구리이온 제거 방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 a)단계에서 구리이온은 1g/L이하의 농도로 포함되어 있는 혼합용액인 것인 구리이온 제거 방법.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 저농도 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 구리이온을 선택적으로 흡착 제거하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 전해채취법으로 니켈이온이나 코발트이온을 금속으로 제조하는 경우에 전해액 중에 함유되어 있는 불순원소이온들이 큰 영향을 미치게 되며, 특히 구리이온은 니켈이온 또는 코발트이온에 비하여 전극전위 값이 낮기 때문에 전해채취시 니켈이나 코발트와 같이 음극에 석출되어 제품의 순도를 떨어뜨리는 주원인이 된다. 따라서 니켈이나 코발트의 전해채취시 구리는 전해액으로부터 반드시 제거하여야하는 대상이며, 고순도의 니켈이나 코발트 산화물이나 염을 제조하기 위해 용액으로부터 구리의 제거는 필수적이다. 한편 고순도의 니켈이나 코발트 산화물이나 염을 제조하기 위하여도 용액으로부터 구리의 제거는 필수적이다.

[0003] 한국지질자원연구원에서 개발한 망간단괴로부터 구리, 니켈, 코발트 등의 유가금속을 회수하는 공정 중 매트 침출용액에는 약 12g/L Cu, 15g/L Ni, 2g/L Co, 0.2g/L Fe가 함유되어 있다. 이 용액을 용매추출법에 의하여 구리를 회수하고 남은 용액중에는 200 - 800 ppm의 저농도로 구리가 잔존하게 되는데, 이때 저농도의 구리를 제거/회수하기 위한 기술이 필요한 실정이다.

[0004] 현재 니켈이나 코발트 용액으로부터 구리를 제거하는 방법으로 침전법과 용매추출법이 일반적으로 널리 사용되고 있다. 침전법의 경우 용액의 pH를 6정도로 조절하여 구리는 수산화구리로 침전시키고 니켈과 코발트 이온은 용액중에 잔존시키는 방법이다. 그러나 이 방법은 pH를 6까지 조절하기 위하여 중화제의 사용하여야 하며 니켈과 코발트도 일부 함께 침전되는 단점이 있다.

[0005] 또한 용매추출법의 경우에는 설비비와 운영비가 많이 들며 용매추출 후 용액중에 미량의 구리가 남아있는 문제점이 있다.

[0006] 따라서, 이 같은 문제점을 해결하기 위하여 대한민국공개특허공보 특2002-0023378호 “이온교환수지를 이용한 구리함유 폐수의 처리방법”은 이온교환수지와 증발 농축 방법을 이용하여 인쇄회로기판 세척 폐액으로부터 구리를 회수하는 방법을 제시하였다. 그러나 선행 특허는 구리이온만을 함유하고 있는 폐수에서 구리를 회수하는 방법을 기술한 것이고, 그 효과 또한 미미하다. 또한 니켈, 코발트, 철 및 구리등이 함유된 용액으로부터 이온교환수지법을 사용하여 구리를 선택적으로 흡착, 제거하는 기술은 전무한 실정이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허공보 특2002-0023378호 (2002.03.28)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위한, 본 발명은 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 이온교환수지법을 사용하여 구리이온을 선택적으로 흡착제거 하는 방법을 제공하는데 그 목적이 있다. 더욱 구체적으로 이미노디아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 이온교환수지를 이용하여 구리이온을 선택적으로 흡착제거하여, 간단하면서도 경제적인 구리이온 제거 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은, a) 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 이미노디아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 이온교환수지를 이용하여 290 ~ 350K, pH 1.5 ~ 3.0인 조건에서 구리이온을 선택적으로 흡착제거하는 단계; 및 b) 상기 구리이온이 흡착된 이온교환수지에서 구리를 탈착시켜 회수하고, 이온교환수지를 재생하는 단계;를 포함하는 구리이온 제거 방법에 관한 것이다.

[0010] 또한 본 발명은 구리이온의 흡착제거율이 65 ~ 99.9%인 것인 구리이온 제거 방법에 관한 것이다.

[0011] 이하 본 발명의 각 구성에 대하여 자세하게 설명한다.

[0012] 본 발명은,

[0013] a) 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 이미노디아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 이온교환수지를 이용하여 290 ~ 350K, pH 1.5 ~ 3.0인 조건에서 구리이온을 선택적으로 흡착제거하는 단계; 및

[0014] b) 상기 구리이온이 흡착된 이온교환수지에서 구리를 탈착시켜 회수하고, 이온교환수지를 재생하는 단계;를 포함하는 구리이온 제거 방법에 관한 것이다.

[0015] 상기 a)단계에서 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액은 심해저 망간단괴의 침출용액에서 용매추출법에 의하여 구리이온을 1차 회수하고 남은 저농도의 구리이온과 니켈이온, 코발트이온 또는 철이온이 함유된 용액일 수 있다. 상기 저농도의 구리이온 함은 구리이온이 1g/L이하의 농도로 포함되어 있는 혼합용액인 것을 의미한다.

[0016] 본 발명에서 이온교환수지를 사용하는 것은, 이온교환수지가 특정 이온과의 이온교환 반응을 통해 물질을 흡착하는 원리를 이용하는 것이기 때문에, 본 발명의 혼합용액에서 구리이온만을 선택적으로 흡착시킬 수 있고, 수지 자체가 안정적이어서 혼합용액 내에서도 화학적인 변화를 일으키지 않기 때문에 용액의 오염이 발생하지 않으며, 구리이온과의 흡착반응 이후 간단한 여과 방법을 통해서 용액으로부터 쉽게 분리될 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

[0017] 또한 이온교환수지에 흡착된 구리이온을 탈착시켜, 이온교환수지를 재생하여 사용할 수 있다는 장점이 있다.

[0018] 이러한 이온교환수지로는 상기와 같이 구리이온 흡착 능력과 용액의 오염방지 및 용이하게 회수할 수 있는 킬레

이트 수지를 사용하는 것이 바람직하며, 킬레이트 수지 중에서도 이미노디아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지를 사용하는 것이, 구리이온만을 선택적으로 흡착하고 구리를 회수하는데 바람직하다. 또한 상기 이온교환수지는 상기 혼합용액을 기준으로 0.5 ~ 10% (g/L) 포함하는 것이, 구리이온의 흡착효율을 높일 수 있기 때문에 바람직하다.

[0019] 상기 a)단계에서 이온교환수지를 이용하여 구리이온을 선택적으로 흡착제거시 pH는 1.5 ~ 3.0인 것이 바람직하며, pH범위가 상기와 같을 경우 구리이온이 이온교환수지에 흡착되는 흡착율이 65 ~ 99.9%로 조절된다. 만약 pH의 범위가 3이 넘어가면 구리이온외의 다른 금속이온의 흡착율이 높아지며, 이는 고순도의 니켈, 코발트 및 철의 산화물 또는 염의 제조효율을 현저히 떨어지게 하는 이유가 된다. 따라서 본 발명에서는 구리이온의 이외의 금속이온의 흡착율이 1%미만인 것이 바람직하다. 또한 pH 1.5보다 낮을 경우에는 구리이온의 흡착효율이 현저히 떨어지기 때문에 바람직하지 않다. 본 발명은 혼합용액의 pH범위를 1.5 ~ 3.0으로 하기 위하여, 산 또는 알라키용액을 사용하는 것이 바람직하며, 종개는 황산 또는 수산화나트륨 수용액을 사용할 수 있다. 그러나 구리이온의 흡착반응에 방해가 되는 물질이 아니라면 제한되지 않는다.

[0020] 또한, 상기 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 이미노디아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 이온교환수지를 이용하여 구리이온의 흡착반응시 교반속도 100 ~ 180 rpm, 온도 290 ~ 350K인 것이 구리이온의 흡착율을 높일 수 있기 때문에 바람직하다.

[0021] 상기 b)단계는 구리이온이 흡착된 이온교환수지를 재생하는 단계로, 구리이온이 흡착된 이온교환수지를 용리액에 첨가하여 구리이온을 탈착시켜 사용할 수 있다. 상기 용리액은 황산 2 ~ 10vol%인 것이 바람직하다. 탈착된 구리이온이 포함되어 있는 용리액은 철 분말을 사용한 금속치환법으로 구리 분말로 회수 할 수도 있으며, 구리이온과 이온교환수지가 포함되어 있는 용리액을 여과하여 이온교환수지를 다시 재사용할 수 있다.

**발명의 효과**

[0022] 본 발명은 니켈이온, 코발트이온 및 철이온 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 금속이온과 1g/L이하의 저농도 구리이온이 포함되어 있는 혼합용액으로부터 구리이온만을 선택적으로 제거할 수 있으며, 제거율이 65 ~ 99.9%로 높은 제거 효율을 나타낸다. 따라서, 고순도의 니켈 또는 코발트 금속을 제조 할 수 있는 기반이 된다. 또한 구리이온이 흡착된 이온교환수지를 용리액을 이용하여 구리이온 탈착 후 재사용할 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0023] 도 1는 본 발명의 이온교환수지를 이용한 저농도 구리 제거 처리 공정도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0024] 이하는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 구체적인 예를 들어 설명하며, 본 발명은 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0025] 1. 구리이온 흡착율 측정

[0026] 원자흡광분석기(Atomic Absorption Spectrometer, Perkin Elmer사 제품, 모델 AA-400)를 이용하여 혼합용액내의 구리 및 다른 금속이온의 농도를 측정하였다. 금속이온 농도의 측정방법은 10% 염산을 사용하여 시료용액을 10배, 100배 또는 1000배 (측정범위 1~10ppm) 희석시킨 후 wavelength는 구리 324.8nm, 철 248.3nm, 코발트 240.7nm 그리고 니켈 232.0nm에서 분석을 하였다. 한편 금속이온의 흡착율은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{흡착율(\%)} = \frac{\text{흡착 전 용액중의 금속이온양} - \text{흡착 후 용액중의 금속이온양}}{\text{흡착 전 용액중의 금속이온양}}$$

[0027]

[0028] [실시예 1]

[0029] 황산니켈 (NiSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) 67.90g 황산코발트 (CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 1.01g, 황산제2철 (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 1.83g 및 황산구리 (CuSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 0.39g을 증류수 250ml에 용해시키고, 증류수의 총 부피가 1L가 되도록 증류수를 첨가하였다. 이때 니켈이온농도 15.16g/L, 코발트이온농도 0.212g/L, 철이온농도 0.512g/L 그리고 구리이온농도 0.10g/L를 갖는 혼합용액이 제조되었다. 상기 제조된 혼합용액 100ml를 250ml 유라리 플라스크에 담고, 이온교환수지로 이미노이아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 르wait(Lewait)TP207 0.512g을 첨가하였다. 상기 혼합용액의 pH를 1.97으로 맞추고, 교반속도 150rpm, 온도 298K으로 하여 600분 동안 흡착반응 시켰다.

[0030] 혼합용액내의 구리이온 및 구리이온 이외의 다른 금속이온의 흡착율을 원자흡광분석기로 측정하여 하기 표 2에 나타내었다.

[0031] [실시예 2 ~ 15]

[0032] 황산니켈 (NiSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) 67.90g, 황산코발트 (CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 1.01g, 황산제2철 (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 1.83g 및 황산구리 일정량을 증류수 250ml에 용해시키고, 증류수의 총 부피가 1L가 되도록 증류수를 첨가하였다. 이때 니켈이온농도 15.16g/L, 코발트이온농도 0.212g/L, 철이온농도 0.512g/L인 혼합용액이 제조되었으며, 구리이온의 농도 및 각 실험조건은 하기 표 1 나타내었다.

[0033] 혼합용액내의 구리이온 및 구리이온 이외의 다른 금속이온의 흡착율을 원자흡광분석기로 측정하여 하기 표 2에 나타내었다.

[0034] <표 1>

	온도 (K)	교반속도(rpm)	시간 (min)	이온교환수지 (g/L)	pH	구리이온농도 (g/L)
실시예1	298	150	600	0.512	1.97	0.10
실시예2	298	150	600	0.512	1.97	0.30
실시예3	298	150	600	0.512	1.97	0.512
실시예4	293	150	720	0.512	1.97	0.512
실시예5	308	150	720	0.512	1.97	0.512
실시예6	323	150	720	0.512	1.97	0.512
실시예7	338	150	720	0.512	1.97	0.512
실시예8	298	150	720	0.512	1.60	0.512
실시예9	298	150	720	0.512	1.97	0.512
실시예10	298	150	720	0.512	2.00	0.512
실시예11	298	150	720	0.512	3.00	0.512
실시예12	298	150	600	5.00	1.97	0.512
실시예13	298	150	600	10.00	1.97	0.512
실시예14	298	100	720	0.512	1.97	0.512
실시예15	298	200	720	0.512	1.97	0.512

[0035]

[0036] [실시예 16] 구리이온의 탈착반응

[0037] 상기 실시예 15에서 사용한 이온교환수지를 여과하였다. 여과한 0.5g의 이온교환수지를 증류수 100 ml에 98% 진한 황산을 증류수에 첨가하여 황산 5vol% 용액이 되도록 용리액을 제조하였다. 상기 용액을 온도 298K, 교반속도 150 rpm 으로 교반하여 구리이온의 탈착반응을 진행하였다.

[0038] [비교예 1]

[0039] 황산니켈 (NiSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) 67.90g 황산코발트 (CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 1.01g, 황산제2철 (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 1.83g 및 황산구리 (CuSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 2.01g을 증류수 250ml에 용해시키고, 증류수의 총 부피가 1L가 되도록 증류수를 첨가하였다. 이때 니켈이온농도 15.16g/L, 코발트이온농도 0.212g/L, 철이온농도 0.512g/L 그리고 구리이온농도 0.512g/L를 갖는 혼합용액이 제조되었다.

[0040] 상기 제조된 혼합용액을 100ml를 250ml 유리 플라스크에 담고, 이온교환수지로 이미노이아세트산(iminodiacetic acid) 관능기를 갖는 킬레이트 수지인 르wait(Lewait)TP207 0.512g을 첨가하였다. 상기 혼합용액의 pH를 0.48을 맞추고, 교반속도 150rpm, 온도 298K로 하여 720분 동안 흡착반응 시켰다.

[0041] 혼합용액내의 구리이온 및 다른 금속이온의 흡착율은 원자흡광분석기로 측정하여 하기 표 3에 나타내었다.

[0042] [비교예 2 ~ 4]

[0043] 황산니켈 (NiSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) 67.90g 황산코발트 (CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 1.01g, 황산제2철 (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 1.83g 및 황산구리 (CuSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 2.01g을 증류수 250ml에 용해시키고, 증류수의 총 부피가 1L가 되도록 증류수를 첨가하였다. 이때 니켈이온농도 15.16g/L, 코발트이온농도 0.212g/L, 철이온농도 0.512g/L 그리고 구리이온농도 0.512g/L를 갖도록 혼합용액이 제조되었으며, 각 실험조건은 하기 표 2에 나타내었다.

[0044] 혼합용액내의 구리이온 및 다른 금속이온의 흡착율은 원자흡광분석기로 측정하여 하기 표 3에 나타내었다.

[0045] <표 2>

	온도(K)	교반속도(rpm)	시간(min)	이온교환수지(g/L)	pH
비교예 1	298	150	720	0.512	0.48
비교예 2	298	150	720	0.512	4.00
비교예 3	280	150	720	0.512	1.97
비교예 4	360	150	720	0.512	1.97

[0046]

[0047] <표 3>

	흡착율(%)			
	구리이온	니켈이온	코발트이온	철이온
실시예1	88.1	0.01	0.01	0.01
실시예2	78.2	0.01	0.01	0.01
실시예3	68.0	0.01	0.01	0.01
실시예4	67.1	0.01	0.01	0.02
실시예5	68.7	0.01	0.02	0.02
실시예6	73.5	0.01	0.01	0.01
실시예7	77.3	0.02	0.02	0.02
실시예8	60.2	0.00	0.00	0.01
실시예9	67.2	0.01	0.00	0.02
실시예10	67.3	0.01	0.02	0.01
실시예11	67.3	0.01	0.01	0.02
실시예12	98.5	0.02	0.02	0.02
실시예13	100	0.02	0.02	0.02
실시예14	65.8	0.01	0.01	0.01
실시예15	67.1	0.01	0.00	0.01
비교예 1	4.40	0.00	0.00	0.00
비교예 2	67.3	2.28	0.91	1.24
비교예 3	58.1	0.01	0.00	0.01
비교예 4	80.3	1.28	0.89	1.24

[0048]

[0049] 실시예 1 내지 3은 사용한 이온교환수지량을 0.512g으로 일정한 경우 용액중에 구리이온 농도양 변화에 따른 구리이온의 흡착율을 나타낸 것으로 구리이온의 농도양이 높으면 구리의 흡착율이 낮아짐을 알 수 있다.

[0050] 실시예 4 내지 7은 온도변화에 따른 구리이온의 흡착율을 살펴본 것으로, 온도가 293K 일 때 구리이온의 흡착율은 67.1%이지만 338K에서는 구리이온의 흡착율이 77.3%로 온도의 증가에 따른 구리이온의 흡착율도 증가함을 알 수 있다. 한편 온도 변화에 따른 다른 금속이온의 흡착율의 변화는 크지 않았다.

[0051] 실시예 8 내지 11은 pH 변화에 따른 구리이온의 흡착율을 살펴본 것으로, 용액의 pH가 1.60일 경우 구리이온의 흡착율이 60.2% 이었으나 pH가 1.97로 증가하면 구리이온의 흡착율은 67.2%로 증가하였다.

[0052] 실시예 3과 12내지 13은 첨가한 이온교환수지의 양의 변화에 따른 구리이온의 흡착율을 살펴본 것이다. 첨가한 이온교환수지의 양이 0.512g에서 5.0g으로 증가하면 구리의 흡착율도 68.0%에서 98.5%로 증가하였다.

[0053] 실시예 14내지 15는 교반속도 변화에 따른 구리이온의 흡착율을 나타낸 것이다. 교반속도가 100 rpm에서는 구리이온의 흡착율이 65.8%이었으나 200rpm 에서는 67.1%로 비슷한 값을 보이고 있다.

[0054] 비교예 1은 용액의 pH가 0.48일 경우 구리이온의 흡착율을 나타낸 것으로 4.40%로 매우 낮은 값이 보이고 있다. 비교예 2는 용액의 pH가 4.00에서 각 금속이온들의 흡착율을 보여주는 것으로 구리이온의 흡착율은 67.3%로 pH 2 ~ 3 범위에서와 비슷하지만, 니켈, 코발트 그리고 철 이온의 흡착율이 각각 2.28%, 0.91% 그리고 1.24%로 크게 증가하여 이들 금속의 손실이 발생할 뿐만 아니라 추후 구리이온을 회수할 경우 이들 유가금속이 불순물로 작용하여 회수하는 구리의 순도를 낮추게 된다. 따라서 pH 4에서의 구리 흡착반응은 적합하지 않다.

[0055] 비교예 3은 용액의 온도가 280K일 경우 구리이온의 흡착율을 나타낸 것으로, 구리이온의 흡착율이 58.1%로 저조하며, 반응온도가 360K인 비교예 4는 구리이온의 흡착율이 80.3%으로 높으나, 니켈이온 및 철이온의 흡착율이 1%이상인 것을 알 수 있다. 따라서 구리이온을 흡착시 온도범위가 290 ~ 350K인 것이 바람직함을 알 수 있다.

도면

도면1

