



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년01월22일
(11) 등록번호 10-1352400
(24) 등록일자 2014년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22B 15/00 (2006.01) C22B 3/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0141073
(22) 출원일자 2013년11월20일
심사청구일자 2013년11월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR101248183 B1
KR100426231 B1
KR1020130125756 A

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
(72) 발명자
서주범
대전광역시 유성구 어은로 57 (어은동, 한빛아파트) 106동 306호
김형석
대전광역시 유성구 어은로 57 (어은동, 한빛아파트) 110동 1304호
(74) 대리인
임승섭

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이학왕

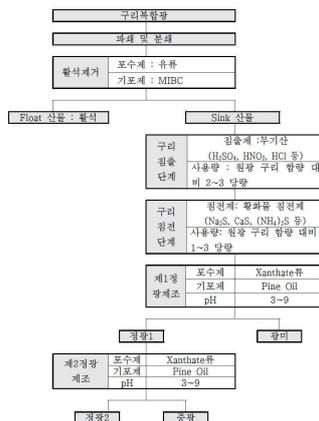
(54) 발명의 명칭 **침출 및 침전을 이용한 복합 구리광 선광방법**

(57) 요약

본 발명은 침출-침전을 이용한 복합구리광 선광방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 복합구리광 선광방법은 활석을 포함하는 맥석광물과 구리함유광물을 포함하는 구리복합원광으로부터 구리 정광을 생산하기 위한 방법으로서, 파쇄 및 분쇄과정을 거친 구리복합원광에 대하여 부유선광을 통해 활석은 부유시키고 구리함유광물은 광액 내에 가라앉혀 활석과 구리함유광물을 분리시킴으로써 활석을 제거하는 활석제거단계, 활석이 제거된 구리복합원광이 포함되어 있는 광액 내에 산을 투입하여 구리함유광물 내의 구리를 침출하는 구리침출단계, 구리가 침출되어 있는 상기 광액에 황화물 침전제를 투입하여 황화구리를 형성시키는 구리침전단계 및 광액에 대한 부유선별을 통해 소수성을 띠는 황화구리를 부유시키고 나머지 맥석광물을 광액 내에 가라앉혀 황화구리를 분리하는 구리정광 제조단계를 포함하는 것에 특징이 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

배인국

대전광역시 서구 삼천동 가람아파트 7-501호

유광석

대전광역시 유성구 어은로 57 (어은동, 한빛아파트) 121동 405호

배광현

인천광역시 부평구 부흥로 246 (부평동, 동아2단지아파트) 18동 102호

박준형

전라북도 남원시 용성로 207 (도통동, 부영1차아파트) 103동 804호

김기석

대전광역시 유성구 봉명동 노블레스2차 1103호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	GP2009-001
부처명	산업통상자원부
연구사업명	일반사업
연구과제명	해외 금속광물 개발을 위한 활용기술 연구
기 여 율	1/1
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2009.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

활석을 포함하는 맥석광물과 구리함유광물을 포함하는 구리복합원광으로부터 구리 정광을 생산하기 위한 방법으로서,

상기 구리복합원광이 포함되어 있는 광액 내에 산을 투입하여 상기 구리함유광물 내의 구리를 침출하는 구리침출단계;

구리가 침출되어 있는 상기 광액에 황화물 침전제를 투입하여 황화구리를 형성시키는 구리침전단계; 및

상기 광액에 대한 부유선별을 통해 소수성을 띠는 황화구리를 부유시키고 나머지 맥석광물을 상기 광액 내에 가라앉혀 상기 황화구리를 분리하는 구리정광 제조단계:를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구리침출단계 전에, 파쇄 및 분쇄과정을 거친 상기 구리복합원광에 대하여 부유선광을 통해 상기 활석은 부유시키고 상기 구리함유광물은 광액 내에 가라앉혀 상기 활석과 구리함유광물을 분리시킴으로써 활석을 제거하는 활석제거단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 활석제거단계에서 부유선별을 수행함에 있어서,

포수제는 유류를 사용하며, 기포제는 MIBC(Methyl Isobutyl Carbinol)를 사용하는 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 구리정광 제조단계는,

상기 광액 내에서 상기 황화구리를 분리하는 제1구리정광 제조단계와,

상기 제1구리정광에 대하여 2차 부유선별(cleaning flotation)을 통해 불순물을 제거하는 제2구리정광 제조단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 구리침출단계는 10~20분 동안 진행되는 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 구리침전단계에서 투입하는 황화물 침전제는 Na_2S , CaS , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 또는 이들의 수화물 및 유도체 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 구리정광 제조단계에서 부유선별을 수행함에 있어서,

포수제는 xanthate류를 사용하며, 기포제는 pine oil을 사용하며, 광액은 pH3~9에서 수행하는 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 구리함유광물은 말라카이트(malachite)인 것을 특징으로 하는 복합 구리광 선광방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 구리광에 대한 선광 공정을 통해 구리 정광을 만드는 방법에 관한 것으로서, 특히 원광 내에 다양한 광물이 혼재되어 있어 구리의 품위가 높지 않은 구리 복합광에 대한 선광방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 금속의 제조 과정은 채굴, 선광 및 제련의 과정을 거친다. 즉, 유용 금속이 포함되어 있는 원광을 채굴한 후, 다양한 방식의 선광 공정을 거쳐 유용 금속이 일정 함량 이상 포함되어 있는 형태의 정광(concentrate)을 제조하고, 정광을 대상으로 제련 및 정련 과정을 거쳐 금속을 제조한다.

[0003] 예컨대, 구리의 원광은 황동석(chalcopyrite, $CuFeS_2$), 휘동석(chalcocite, Cu_2S), 남동석(azurite, $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$), 공작석($Cu_2(OH)_2CO_3$), 적동석(cuprite, Cu_2O) 등이며, 이들 원광에 대하여 선광을 거쳐 구리 정광을 제조하고, 제련 및 정련을 거쳐 구리를 생산하게 된다.

[0004] 자원개발이 장기간 지속되면서 구리의 품위가 높은 원광은 거의 개발이 완료된 상태이며, 현재에는 다양한 광물이 혼합되어 있으며 구리의 품위가 높지 않은 복합광에 대한 개발이 본격적으로 이루어지고 있다.

[0005] 현재 가행중인 콩고 구리광의 경우에도 구리, 칼슘, 마그네슘 등의 다양한 광물이 혼재되어 있으며 맥석의 함량이 매우 높은 복합광 형태이다.

[0006] 도 1에는 콩고의 복합 구리광에서 채취한 말라카이트 원광에 대한 XRD 결과가 나타나 있으며, 도 2는 입도별 성분분석표이다. 도 1 및 도 2를 참고하면 콩고의 말라카이트광의 경우 Spherochalcocite, Clinocllore, quartz 및 talc가 복합적으로 나타나고 있으며, 화학적 성분도 매우 다양하게 나타나고 있다.

[0007] 도 3에는 구리광에 대한 전통적으로 선광방법인 비중선별 및 부유선별을 거쳐 제조한 구리 정광에 대한 SEM 사진이 나타나 있다. 도 1을 참고하면, 구리 복합광에 대하여 전통적 방식으로 제조된 구리 정광에는 칼슘, 구리, 코발트, 마그네슘, 실리카 등 다양한 물질들이 혼재되어 있음을 알 수 있다.

[0008] 즉, 구리의 품위가 높은 원광의 경우 상기한 바와 같은 전통적 선광방법에 의해서도 품위가 높은 구리 정광을 제조할 수 있었다. 그러나, 콩고의 구리광과 같이 구리의 품위가 낮은 뿐만 아니라 다양한 광물들이 혼재되어 있는 복합광의 경우에는, 도 2의 사진에 나타난 바와 같이, 전통적인 방법의 선광으로는 품위 향상에 한계가 있다.

[0009] 특히, 콩고 구리광의 경우 활석(talc)이 매우 높은 함량으로 포함되어 있는데, 활석은 일반적인 맥석과는 달리 소수성을 띠고 있어 구리를 포함하고 있는 타겟 광물과 함께 거동하기 때문에 제거하기가 매우 곤란하다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 구리 복합광에 대하여 침전 및 침출법을 이용하여 구리의 품위를 향상시키고 경제적으로 구리 정광을 제조할 수 있는 개선된 구리 정광 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 복합 구리광 선광방법은, 활석을 포함하는 맥석광물 및 말라카이트와 같은 구리함유광물을 포함하는 구리복합원광으로부터 구리 정광을 생산하기 위한 방법으로서, 과쇄 및 분쇄 과정을 거친 상기 구리복합원광에 대하여 부유선광을 통해 상기 활석은 부유시키고 상기 구리함유광물은 광액 내에 가라앉혀 상기 활석과 구리함유광물을 분리시킴으로써 활석을 제거하는 활석제거단계; 상기 활석이 제거된 구리복합원광이 포함되어 있는 광액 내에 산을 투입하여 상기 구리함유광물 내의 구리를 침출하는 구리침출단계; 구리가 침출되어 있는 상기 광액에 황화물 침전제를 투입하여 황화구리를 형성시키는 구리침전단계; 및 상기 광액에 대한 부유선별을 통해 소수성을 띠는 황화구리를 부유시키고 나머지 맥석광물을 상기 광액 내에 가라앉혀 상기 황화구리를 분리하는 구리정광 제조단계:를 포함하는 것에 특징이 있다.
- [0012] 본 발명에 따르면, 상기 구리정광 제조단계는, 상기 광액 내에서 상기 황화구리를 분리하는 제1구리정광 제조단계와, 상기 제1구리정광에 대하여 2차 부유선별(cleaning flotation)을 통해 불순물을 제거하는 제2구리정광 제조단계를 포함하여 이루어진다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 활석제거단계에서 부유선별을 수행함에 있어서, 포수제는 유류를 사용하며, 기포제는 MIBC(Methyl Isobutyl Carbinol)를 사용할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 구리침출단계는 황산, 염산, 질산 등을 사용하여 10~20분 동안 진행한다.
- [0015] 본 발명에서, 상기 구리침전단계에서 투입하는 황화물 침전제는 Na_2S , CaS , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 또는 이들의 수화물과 유도체들 중 적어도 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 구리정광 제조단계에서 부유선별을 수행함에 있어서, 포수제는 xanthate류를 사용하며, 기포제는 pine oil을 사용하며, 광액은 pH3~9에서 수행한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따르면 다양한 광물이 혼재되어 있으며 구리의 품위가 매우 낮은 구리복합광에 대하여 침출 및 침전을 통해 구리의 회수율을 높일 수 있으며, 높은 구리 품위를 가지는 구리 정광을 제조할 수 있다는 이점이 있다.
- [0018] 또한 본 발명에서는 활석과 같은 소수성 물질이 포함되어 있는 원광에 대하여 활석을 먼저 제거하는 전처리 과정을 거침으로써 정광 내 불순물 함유량을 낮추고 구리의 품위를 높일 수 있다.
- [0019] 또한 본 발명에서는 침출 및 침전법을 사용함으로써 선광공정에서 가장 높은 코스트를 차지하는 과쇄 및 분쇄 공정을 간소화할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 콩고 구리광에 대한 XRD 분석 결과이다.
- 도 2는 콩고 구리광의 입도별 성분 분석표이다.
- 도 3은 콩고 구리광에 대하여 비중분리 및 부유선별을 거쳐 제조한 구리 정광의 SEM 사진이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 구리광 선광방법의 개략적 흐름도이다.
- 도 5a는 황산에서 각종 금속의 산 침출율을 나타낸 그래프이며, 도 5b는 특히 구리와 코발트의 산 침출율을 확대하여 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 염산에서 각종 금속의 침출율을 각각 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 CuSO_4 용액에 Na_2S 를 첨가하여 코벨라이트가 형성된 모습을 보여주는 사진이다.
- 도 8은 도 7에서 침전된 침전물에 대한 XRD 결과이다.
- 도 9는 침전된 코벨라이트의 입도 분석표이다.
- 도 10은 광액의 pH에 따른 포수제별 황화구리의 부유도를 나타낸 그래프이다.

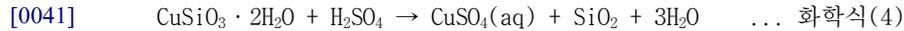
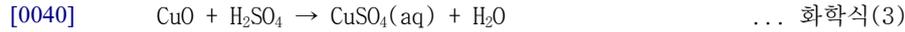
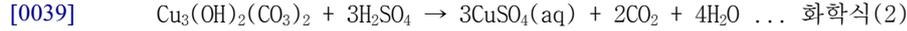
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 구리광 선광방법에 대하여 첨부된 도면을 참고하여 더욱 상세히 설명하

기로 한다.

- [0022] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 구리광 선광방법의 개략적 흐름도이다.
- [0023] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 구리광 선광방법은 구리복합광에 대한 파쇄 및 분쇄로부터 진행된다. 다만, 본 발명은 이미 파쇄 및 분쇄가 완료된 구리복합광에 대하여 이루어질 수도 있다. 파쇄 및 분쇄는 전체 선광 과정에서 차지하는 코스트가 가장 높은 과정으로서, 선광의 경제성을 향상시키기 위해서는 분쇄된 원광의 입도별 구리 함량을 고려하여 가급적 분쇄 공정을 간소화하는 것이 바람직하다. 본 발명에서는 100mesh(대략 0.147mm)를 기준으로 분쇄를 진행한다.
- [0024] 전통적인 구리광 선광에서는 비중분리 및 부유선별에 입각하기 때문에 원광에 대한 분쇄를 충분히 진행하여 단체분리율을 높이는 것이 효율적이지만, 본 발명에서는 침출 및 침전법을 사용함으로써 파쇄 및 분쇄에 따른 단체분리율을 높일 필요가 없어 경제적이다.
- [0025] 파쇄 및 분쇄가 완료된 구리복합광에는 말라카이트와 같은 구리함유광물 및 맥석광물이 혼합되어 있다. 특히 맥석광물에는 활석(talc)과 같이 소수성 광물이 포함될 수 있다. 본 실시예의 대상이 되는 콩고 구리광의 경우 활석이 매우 높은 함량으로 포함되어 있다.
- [0026] 본 발명에 따른 선광방법에서 마지막 단계에서는 부유선별을 통해 황화구리만을 분리하는데, 활석과 같은 소수성 광물은 부유선별시 황화구리와 동일한 거동을 나타내므로 부유선별의 효율을 떨어트리는 원인이 된다. 이에 본 발명에서는 먼저 활석을 제거하는 전처리를 수행하며, 이 전처리 역시 부유선별을 통해 이루어진다.
- [0027] 우선 부유선별에 대하여 간략하게 설명하다. 부유선별 또는 부유선광은 파쇄 및 분쇄 과정을 거친 광물을 물과 같은 부선 용수에 혼합시켜 광액(또는 펄프)을 형성한 후, 광액의 pH를 조절하고, 포수제 및 기포제 등의 부선 시약을 광액에 투입하여 친수성 광물과 소수성 광물을 상호 분리해내는 과정이다. 즉, 광물에 따라 광물표면은 친수성 또는 소수성으로 형성되는데, 광물의 비중과는 무관하게 소수성 광물은 펄프의 표면에 떠오르고, 친수성 광물은 펄프 내에 가라앉는(펄프 내에 존재) 성질을 이용하여 친수성 광물과 소수성 광물을 분리하는 것이다.
- [0028] 소수성 광물이 펄프에서 잘 부유할 수 있게 하려면 기포를 공급한다. 소수성 광물은 기포에 부착되면 부유율이 상승되기 때문이다. 기포가 펄프 내에서 지속적으로 유지될 수 있게 하려면 펄프 내에 기포제를 투입하여 물의 표면 장력을 낮추어줄 필요가 있다.
- [0029] 또한 상호 분리시켜야 하는 두 개의 광물의 표면이 모두 친수성을 띠는 경우라면, 이들 중 특정 광물에만 결합되는 포수제를 투입하여 그 특정 광물의 표면을 소수성으로 개질시켜 두 개의 광물을 서로 분리한다.
- [0030] 본 실시예에서 구리복합광의 경우 구리함유광물인 말라카이트는 친수성을 띠며, 실리카 등 함량이 높은 맥석광물 역시 친수성을 띠므로 부유선광에서 광액 내에 가라앉게 된다. 그러나 맥석광물 중 활석의 경우 소수성을 띠므로 부유선광에서 광액 내에 부유하므로 부유선광을 통해 활석을 제거할 수 있다.
- [0031] 본 실시예에서 활석제거단계에서는 포수제로서 kerosine과 같은 유류를, 기포제로는 MIBC(Methyl Isobutyl Carbinol)를 사용할 수 있다.
- [0032] 상기한 바와 같이 활석제거단계를 통해 활석이 부유되면, 부유된 활석을 걷어내서 제거한다.
- [0033] 활석이 제거된 후에는 구리침출단계를 수행한다.
- [0034] 구리복합광의 경우 다양한 광물들이 포함되어 있을 뿐만 아니라 구리의 품위가 높지 않으므로 상기한 바와 같이 전통적인 구리광에 대한 선광방법으로는 품위가 높은 구리 정광을 얻을 수 없으며, 높은 회수율도 기대할 수 없다.
- [0035] 이에 본 발명에서는 구리를 침출시키는 방법을 채택하였다. 구리침출단계에서는 광액 내에 산을 투입하여 구리함유광물 내 구리를 광액 내로 침출시킨다. 산으로는 황산, 염산, 질산 등을 이용할 수 있으며, 원광 내 구리함량 대비 2~3 몰당량 이상의 산을 투입함으로써 구리함유광물 내 구리를 침출시킬 수 있다.
- [0036] 황산에서 구리함유광물인 말라카이트로부터 구리가 침출되는 반응은 아래의 화학식(1)로 나타낼 수 있다.
- [0037]
$$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \dots \text{화학식(1)}$$
- [0038] 말라카이트 이외의 다른 구리산화광의 경우도 아래의 화학식(2)~(4)으로 표현되는 반응에 의하여 산 침출이 가

능하다.



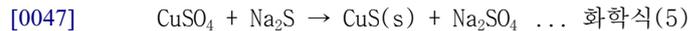
[0042] 특히, 본 발명에서 구리침출단계는 10~20분 정도의 매우 짧은 시간 동안 수행하는데 특징이 있다. 침출 시간을 이렇게 짧게 설정하는 이유는 공정의 신속화의 측면에서도 유리하지만, 특히 원광 내 다른 금속의 침출을 제한하는데 주된 목적이 있다.

[0043] 도 5a는 황산에서 각종 금속의 산 침출율을 나타낸 그래프이며, 도 5b는 특히 구리와 코발트의 산 침출율을 확대하여 나타낸 그래프이다. 도 5a를 참고하면, 구리는 황산이 투입되면 초기부터 높은 침출율을 나타내는 반면, 철, 코발트 등 다른 금속들은 시간의 경과에 따라 점진적으로 침출되는 것을 볼 수 있다. 특히 콩고의 구리광의 경우 코발트가 많이 포함되어 있는데, 도 5b를 참고하면, 구리와 코발트에서도 이러한 경향성을 나타낸다. 도 6은 염산에서 각종 금속의 침출율을 각각 나타낸 그래프인데, 염산에서도 마찬가지로 구리는 초반에 급속하게 침출되는데 비하여, 다른 금속들은 점진적으로 침출되는 경향성을 띤다.

[0044] 따라서, 본 발명에서는 10분 내지 20분 사이에 산 침출을 수행함으로써, 구리와 다른 금속들의 침출율 차이를 적극적으로 활용하였다. 이를 통해 광액 내에 구리는 이온 상태로 녹아나지만 다른 금속들은 고체 상태를 유지하게 함으로써 구리에 대한 선별 효율을 향상시킨다.

[0045] 상기한 바와 같이, 구리침출단계가 완료되면 구리침전단계를 수행한다.

[0046] 구리침전단계에서는 구리가 녹아 있는 광액에 황화물 침전제를 투입하여 구리를 황화구리 형태로 침전시킨다. 본 실시예에서는 황화물 침전제로서 Na_2S 를 사용하였으며, 아래의 화학식(5)에 의하여 황화구리(covellite, CuS)를 고체 상태로 형성한다.



[0048] 황화물 침전제는 원광 내 구리의 함량 대비 1~3 몰 당량을 첨가하여, 광액 내에 녹아 있는 구리 이온이 모두 침전될 수 있도록 한다.

[0049] 도 7은 $CuSO_4$ 용액에 Na_2S 를 첨가하여 반응을 살펴 본 실험에서 코벨라이트가 침전된 모습을 보여주는 사진이며, 도 8은 도 7에서 침전된 침전물에 대한 XRD 결과이다.

[0050] 도 7을 참고하면, 비이커의 하부에 검은색 침전물이 발생하였으며, 이 침전물에 대한 XRD 결과 침전물이 코벨라이트인 것을 확인하였다.

[0051] 한편, 황화물 침전제로는 상기한 Na_2S 이외에도, CaS , $(NH_4)_2S$ 등 구리 이온에게 황을 공급하여 황화구리를 형성할 수 있는 다양한 물질이 사용될 수 있다.

[0052] 상기한 바와 같이 광액 내에 침전된 황화구리는 입도가 매우 작게 형성되는 점에 특징이 있다. 도 9에는 침전된 코벨라이트의 입도 분석표가 나타나 있다. 도 9를 참고하면, 코벨라이트는 평균 입도 $15 \mu m$ 정도의 작은 입자를 형성한다. 이렇게 입도가 작아지면 후술할 부유선별 과정에서 부유도가 향상됨으로써 부유선별의 효율이 향상된다는 이점이 있다.

[0053] 상기한 바와 같이, 침출단계 및 침전단계를 거쳐 광액 내에 황화구리가 형성된 후에는 이 황화구리만을 분리해 내서 정광으로 형성하기 위한 구리정광 제조단계를 수행한다.

[0054] 구리정광 제조단계에서는 광액 내 황화구리는 소수성을 띠지만 다른 맥석광물들은 친수성을 띠는 점을 이용하여, 부유선광을 통해 황화구리만을 부유시키고 다른 맥석광물들은 가라앉혀 황화구리와 맥석광물을 분리하는 과정이다.

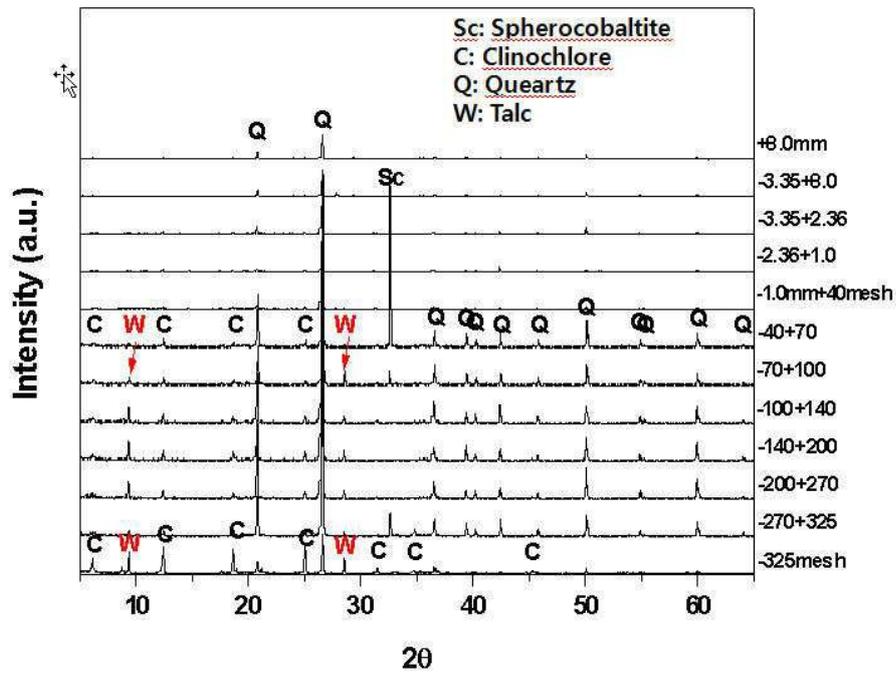
[0055] 황화구리를 부유시키기 위한 부유선광에서 포수제는 xanthate류를 사용하며 기포제로는 pine oil을 사용한다. 그리고 광액의 pH는 3~9 범위를 유지한다. 본 연구진에서는 광액 내 황화구리의 부유도를 증대시키기 위하여 다양한 포수제와 기포제를 사용하여 실험을 수행하였으며, pH3~9 범위에서 xanthate류 포수제를 사용할 때 황화

구리가 가장 높은 부유도를 나타내는 것을 확인하였다.

- [0056] 도 10은 광액의 pH에 따른 포수제별 황화구리의 부유도를 나타낸 그래프이다. 도 10을 참고하면, Na-ISP(sodium isopropyl xanthate) 및 Na-AX(sodium amyl xanthate)의 경우 pH3~9의 범위에서 부유율이 매우 높게 나타나는 것을 확인하였다.
- [0057] 위와 같이 광액에 산 또는 염기를 투입하여 광액의 pH를 조절한 후, xanthate류의 포수제 및 기포제를 사용하여 부유선광을 실시하면 황화구리는 광액의 표면에 부유하고 나머지 맥석광물들은 광액 내에 가라앉아 있으므로, 황화구리만을 광액으로부터 분리하여 정광으로 사용할 수 있다.
- [0058] 특히, 본 실시예에서는 구리정광 제조단계를 제1구리정광 제조단계와 제2구리정광 제조단계로 2회에 걸쳐 실시하는데, 제1구리정광 제조단계는 광액 내에서 황화구리만을 분리시키는 과정이며, 제2구리정광 제조단계는 cleaning flotation으로서 분리된 황화구리에 대하여 2차적으로 다시 부유선별을 수행하는 것이다.
- [0059] 1차 부유선광은 기존에 침전, 침출 등을 수행한 광액에서 부유선별을 시도하였으므로 구리 정광 내 불순물이 일부 포함된다. 이에 1차 부유선광에서 분리된 구리정광만을 새로운 부선액에 넣고 2차 부유선광을 실시하여 구리정광의 품위를 향상시킬 수 있다.
- [0060] 상기한 바와 같이 1차 부유선광 및 2차 부유선광을 통해 최종적으로 황화구리를 얻을 수 있다. 본 발명에 따른 방법을 이용하여 구리 품위가 2.5%인 콩고의 말라카이트광에 대한 선광을 실시한 결과 구리 품위는 17.27%의 정광(도 4의 정광2)을 얻었으며, 구리의 회수율은 59.1%였다. 그리고 도 4에 도시된 바와 같이, 2차 부유선광에서 중광으로 분류된 부분에서는 구리의 품위가 4.25%, 회수율 36.23%로 나타났다.
- [0061] 즉, 정광2와 중광을 종합하면, 구리의 회수율은 95% 이상으로 나타났으며, 정광2의 구리 품위는 기존의 전통적 방법을 이용하여 구리 복합광에 대한 구리 정광을 제조하였을 때에 비하여 현저히 높은 것으로 확인되었다.
- [0062] 본 발명에 따르면 다양한 광물이 혼재되어 있으며 구리의 품위가 매우 낮은 구리복합광에 대하여 침출 및 침전을 통해 구리의 회수율을 높일 수 있으며, 높은 구리 품위를 가지는 구리 정광을 제조할 수 있다는 이점이 있다.
- [0063] 또한 본 발명에서는 활석과 같은 소수성 물질이 포함되어 있는 원광에 대하여 활석을 먼저 제거하는 전처리 과정을 거침으로써 정광 내 불순물 함유량을 낮추고 구리의 품위를 높일 수 있다.
- [0064] 또한 본 발명에서는 침출 및 침전법을 사용함으로써 선광공정에서 가장 높은 코스트를 차지하는 과쇄 및 분쇄 공정을 간소화할 수 있다는 이점이 있다.
- [0065] 지금까지 활석제거단계에서 포수제는 유류, 기포제는 MIBC인 것으로 설명하였으나, 소수성을 가지는 활석을 부유시킬 수 있는 한 다른 부선시약을 사용할 수도 있다. 마찬가지로 본 발명에서 사용하는 기포제 및 포수제는 위에서 언급한 것들 이외에 다양한 포수제와 기포제가 사용될 수 있다.
- [0066] 또한 구리침출단계는 활석제거단계에서 사용한 광액에 산을 직접 투입하여 공정을 간소화하는 것으로 설명하였지만, 광액 내의 원광을 분리한 후 별도의 공정으로 산 침출을 수행할 수도 있다.
- [0067] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

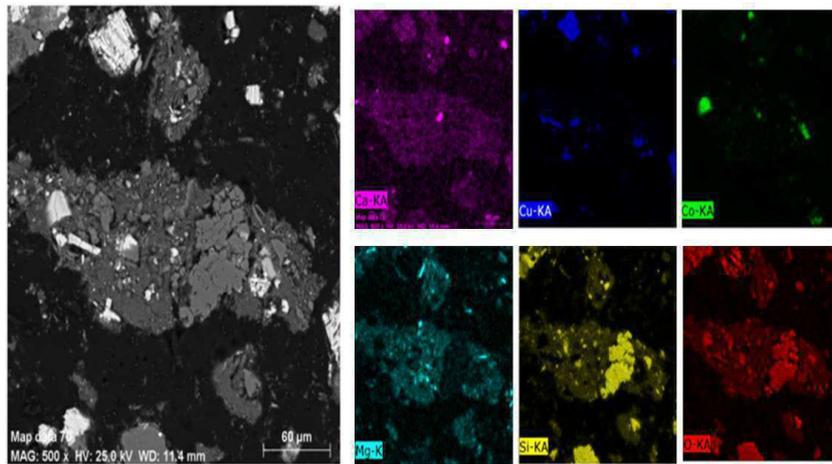
도면1



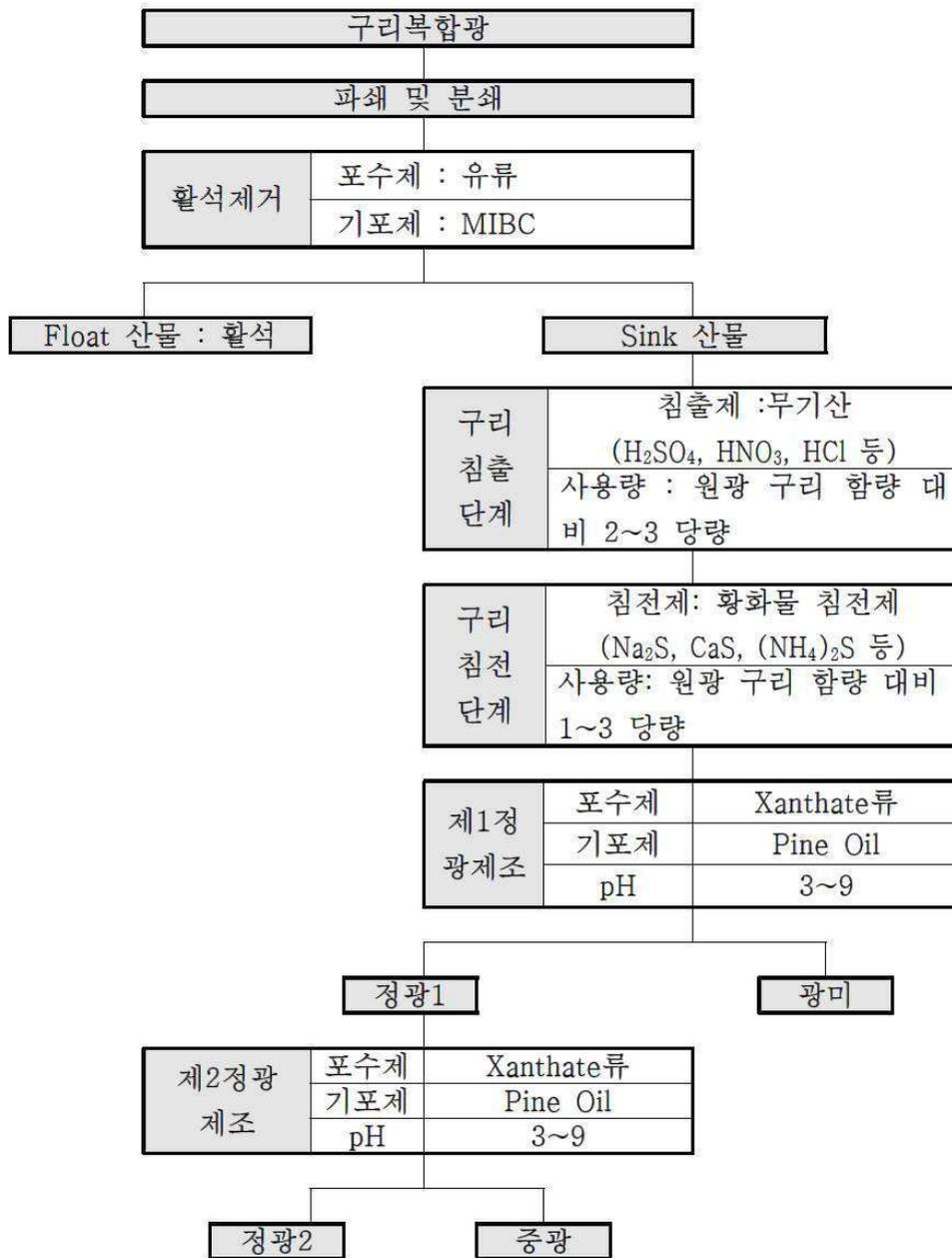
도면2

입자 크기	입자 크기 (%)	Chemical composition (wt.%)											
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Cu	Co	Ni
+8.0mm	5.08	53.64	6.52	13.44	0.4	9.96	0.35	0.41	0.29	0.18	3.41	1.89	0.07
-4.65	9.22	50.94	7.61	12.74	4.08	8.35	0.61	0.54	0.18	0.15	3.09	0.53	0.04
-0.99	3.91	56.71	5.79	10.53	0.55	9.21	0.31	0.34	0.36	0.18	3.78	2.72	0.13
-2.36+1.0mm	9.43	52.3	6.6	10.64	0.39	10.41	0.38	0.36	0.51	0.27	4.69	2.94	0.16
-1.0mm+40mesh	9.99	53.07	6.69	11.27	0.45	9.34	0.44	0.37	0.71	0.32	3.42	3.71	0.2
-40+70mesh	7.71	58.84	6.28	10.1	0.46	7.74	0.42	0.36	0.77	0.32	2.35	3.21	0.18
-70+100	6.82	62.43	6.04	8.95	0.66	7.46	0.42	0.41	0.91	0.28	1.91	2.62	0.15
-100+140	5.01	67.26	5.07	7.67	0.48	6.77	0.37	0.31	0.97	0.24	1.74	2.14	0.13
-140+200	3.99	69.51	4.59	7.26	0.29	6.57	0.34	0.29	1.02	0.23	1.68	1.91	0.12
-200+270	6.66	66.36	5.67	7.45	0.28	8.34	0.46	0.34	1.12	0.24	1.77	1.81	0.12
-270+325	3.07	67.64	5.61	7.58	0.29	7.68	0.49	0.41	0.92	0.22	1.53	1.53	0.11
-325mesh	29.11	34.82	12.27	18.53	0.2	15.52	1.02	0.68	1.22	0.37	2.23	1.56	0.2
평균		51.44	8	12.58	0.7	10.57	0.6	0.47	0.83	0.28	2.67	2.13	0.15

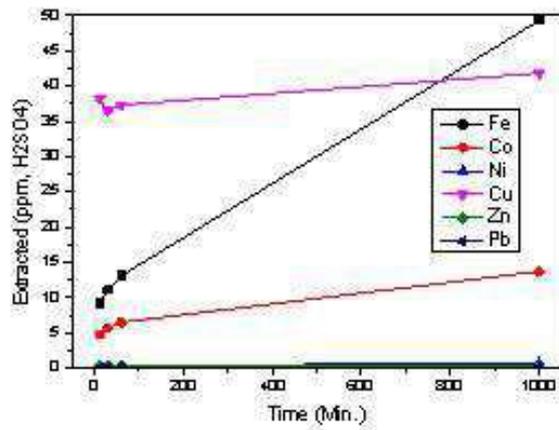
도면3



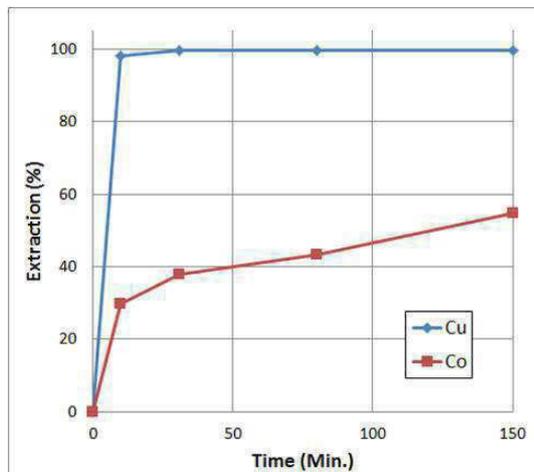
도면4



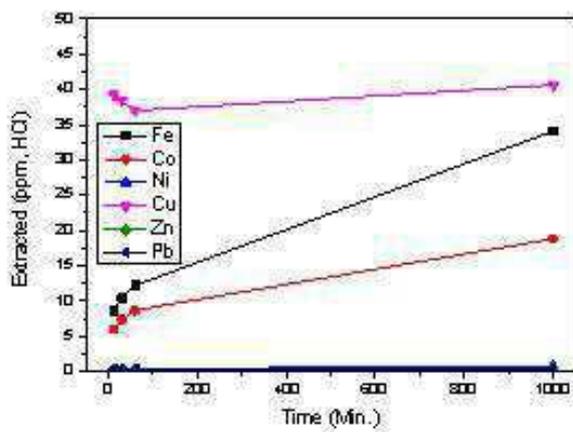
도면5a



도면5b



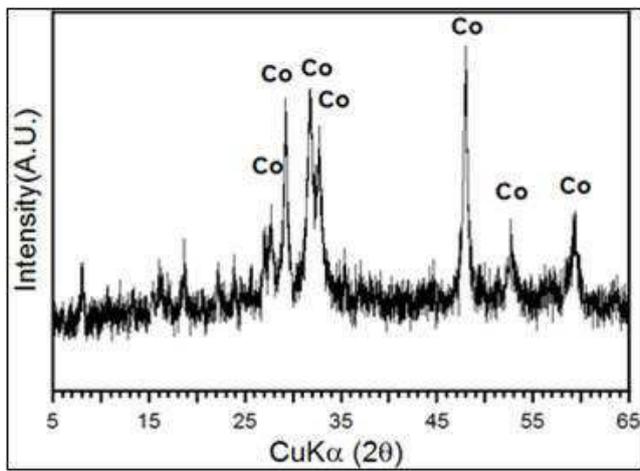
도면6



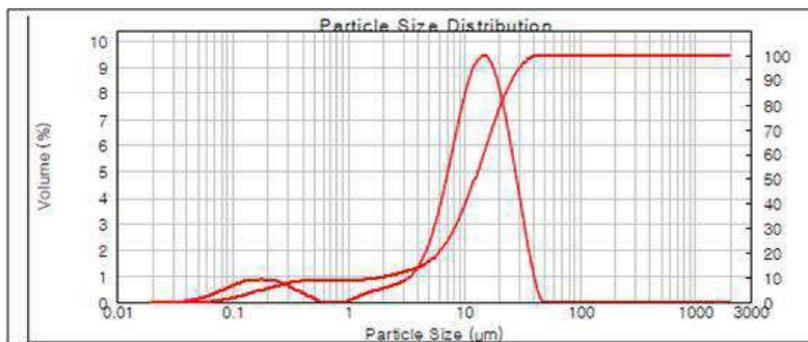
도면7



도면8



도면9



도면10

