



Title	Mechanism of redox potential dependent chalcopyrite dissolution in acidic ferric chloride solutions [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Nguyen, Thi Phuong Thao
Citation	北海道大学. 博士(工学) 甲第14246号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/79456
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Nguyen_Thi_Phuong_Thao_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 Nguyen Thi Phuong Thao

審査担当者 主査教授 廣吉直樹
副査教授 佐藤努
副査准教授 東條安匡

学位論文題名

Mechanism of redox potential dependent chalcopyrite dissolution in acidic ferric chloride solutions
(酸性塩化第二鉄溶液中での酸化還元電位に依存する黄銅鉱溶解のメカニズム)

近年、銅需要の世界的な増加に伴って良質な鉱物資源が枯渇しつつあり、鉱石中のヒ素などの有害元素の含有量が多くなってきている。このような低品位鉱を従来の乾式製錬法で処理すると、揮発性の高いヒ素が廃ガス中に移行して、その処理に膨大なコストを要する。このため、ヒ素を含んだ低品位鉱に対して湿式製錬法を適用することが検討されている。

湿式製錬では、その第1段階の浸出工程で鉱石中の銅鉱物を水溶液中に溶解するが、最も主要な銅鉱物である黄銅鉱は水溶液中での溶解速度が極めて遅く、黄銅鉱に適した浸出法を開発することが課題となっている。先行研究により、黄銅鉱の溶解速度は(1)硫酸溶液中よりも塩酸溶液中の方が速いこと、(2)溶液の酸化還元電位に強く依存し、特定の電位域で最大となることが報告されている。このことから、塩酸溶液中で電位を制御すれば黄銅鉱を高速で浸出できるものと期待できるが、塩酸溶液中での黄銅鉱の溶解メカニズムは十分に解明されておらず、浸出方法・条件の合理的な設計に必要な基礎的知見が不十分である。以上のことから、本論文では、塩酸溶液中での黄銅鉱溶解のメカニズムについて系統的な実験に基づいて検討している。

第1章では、本研究の背景や目的、黄銅鉱の溶解・浸出に関する既往の技術や研究を要約している。

第2章では、塩酸溶液中での黄銅鉱の溶解速度に及ぼす諸要因の影響を浸出実験により系統的に調べている。黄銅鉱溶解速度の酸化還元電位依存性を効率的に調べることで可能な新たな手法を提案して実験を行い、黄銅鉱の溶解速度が電位の上昇に伴って速くなり、ある電位で最大ピークを取り、さらなる高電位で低下することを確認している。また、温度や液組成の影響を系統的に調べ、ピーク速度が温度や塩酸濃度の増加に伴って増加することや、ピーク電位が銅イオンの濃度の増加に伴って高電位側にシフトすることなどを見出し、銅イオン濃度からピーク電位を推定する実験式を得ている。

第3章では、電気化学実験により、塩酸溶液中での黄銅鉱アノード溶解に及ぼす諸要因の影響を調べている。黄銅鉱電極のアノード分極曲線(溶解反応の速度に相当する電流密度と電極電位の関係)を種々の条件で測定し、溶液中にCu(II)とFe(II)が共存する場合にのみ、特定の電位で電流の最大ピークが現れることを見出している。このピーク状の分極曲線は、前章の浸出実験で得られた結果

とよく呼応しており、Cu(II) と Fe(II) が黄銅鋳溶解反応の電位依存性を決定する重要な因子であることを示している。また、Cu(II) と Fe(II) が共存する場合には、これらのイオンの酸化還元反応により Cu(I) 化学種が生成することが熱力学的に予想されることから、分極曲線に及ぼす Cu(I) の影響についても調べ、Cu(I) のみが存在するときにもピーク状の曲線が得られることを見出している。さらに、分極曲線が塩化物イオン濃度や水素イオン濃度によって変化することを見出し、黄銅鋳のアノード溶解の素過程にこれらの化学種が関与していること明らかにしている。

第 4 章では、黄銅鋳電極のアノード溶解過程における電極表面状態の変化を電気化学インピーダンス測定に基づいて調べている。電気化学インピーダンスの等価回路フィッティングの解析結果から、黄銅鋳のアノード溶解過程では通常、鋳物表面に高抵抗の不働態被膜が生成されて溶解が抑制されるが、Cu(II) と Fe(II) が溶液中に共存し、かつ、電位が低い領域では不働態被膜が生成しないことを示している。

第 5 章では、以上の章で得られた実験結果をまとめ、塩酸溶液中での黄銅鋳の溶解に関する反応モデルを提案している。このモデルでは、溶液中で Cu(II) と Fe(II) が反応して生じる Cu(I) の塩化物錯体が、黄銅鋳の酸溶解で生じる硫化水素と反応して反応中間体 Cu_2S が黄銅鋳表面に生成した後、これが酸化溶解するものと仮定している。このモデルは、黄銅鋳溶解に対する酸化還元電位や各種イオンなどの影響をよく説明している。

第 6 章では、本論文で得られた主要な結論を総括している。

これを要するに、本論文は、従来法に替わる銅製錬技術の開発・設計に関連して、塩酸溶液中での黄銅鋳の溶解機構を説明する新たなモデルを提案しており、資源工学、製錬工学の発展への寄与が大きい。よって、著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める