HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development of a new method for gold recovery from waste mobile phones by combining physical separation and hydrometallurgical techniques using ammonium thiosulfate medium [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Jeon, Sanghee
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13658号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74070
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Jeon_Sanghee_review.pdf, 審査の要旨



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　Jeon Sanghee

審査担当者　主　査　准教授　伊藤 真由美
副　査　教　授　廣吉 直樹
副　査　教　授　五十嵐 敏文
副　査　准教授　坂入 正敏

学位論文題名

Development of a new method for gold recovery from waste mobile phones by combining physical separation and hydrometallurgical techniques using ammonium thiosulfate medium
(物理選別とチオ硫酸アンモニウム溶液を用いた湿式製錬を組み合わせた廃携帯電話からの新しい金回収法の開発)

廃電子機器に含まれる電子基板には Au が高濃度に含まれることが多く, そのリサイクル手法を確立することは重要である。廃電子基板 (PCB) から Au を回収する既存のリサイクル技術としては乾式銅製錬所を活用する方法があるが, この方法が適用できるのは, 製錬所を有する国や地域に限定される。一方, 湿式製錬法は乾式製錬に比べて小規模な施設で実施できるため,PCB からの Au のリサイクルに活用できれば, 設備投資を最小化できる。Au の湿式製錬では, 毒性の高いシアンを用いる浸出法に代わり, 毒性が低く,Au に対する浸出能力の高い, チオ硫酸アンモニウムを用いる方法が有望視されているが,PCB のように多くの共存成分を含む対象に対して, 共存成分が Au 浸出に及ぼす影響は十分に把握されていない。また, 浸出液から Au を回収する方法も確立しておらず, このことがチオ硫酸アンモニウム法の実用化を妨げる原因となっている。本論文では, 以上のことを勘案し,Au の浸出を妨害する PCB 中の共存成分を特定するとともに, 事前の物理選別による PCB 中の忌避共存成分除去と,Au 濃縮産物からのチオ硫酸アンモニウムによる Au 浸出を組み合わせて, 廃携帯電話中の PCB に含まれる Au を効率よく浸出する方法について検討している。また, 浸出液からの Au の回収法についても新たな方法を考案し, その効果を検証している。

本論文は 7 章から構成されている。

第 1 章は, 序論であり, 研究の背景・目的を記している。

第 2 章は, 廃電子機器, 特に携帯電話からの有価物回収の研究事例を要約し, 問題点をまとめている。

第 3 章は,PCB からの Au のチオ硫酸アンモニウム浸出に及ぼす試薬濃度や浸出時間, 固液比などの要因の影響を調べ,Au の浸出に適した条件を決定している。

第 4 章は,PCB からのチオ硫酸アンモニウム浸出において Au の溶出を制限する要因について検討している。PCB 試料を用いた浸出実験および浸出残滓物の SEM-EDX 観察の結果から, 溶液中にいったん浸出した Au が PCB 中に共存する Al や Cu の上に析出して,Au の浸出率を低下させていることを確かめている。試薬金属粉末を用いたモデル実験では,Au の析出に及ぼす Cu と Al の影響について調べ,Au を含むチオ硫酸アンモニウム溶液に Al 粉と Cu 粉の双方を添加した場合, いずれか一方を単独で添加した場合よりも Au の析出量が著しく多くなることを見出し, 残渣の

SEM-EDX 観察の結果から,Al 粉上に付着した Cu 粉の上に Au が析出することを確かめている。Al と Cu の共存による Au 析出促進のメカニズムを明らかにするため,Al 電極を用いた電気化学測定を行い, その結果から Al 表面に Cu が接触すると, 導電体である Cu を介して Al から溶液中の Au イオンに電子が移動し,Au が還元析出することを明らかにしている。

第 5 章は, 物理選別技術による携帯電話からの PCB 濃縮と,PCB 中の Au 含有部位と Al や Cu 含有部位の選別手法について検討している。物理選別では粒度が小さくなればなるほど選別が困難となり, 分離成績が低下する。そこで, 粗砕段階でボディ, 液晶パネル,PCB を比重の差を用いて分離し, 得られた PCB を再粉砕して,PCB 実装部品や PCB 基板 (Al,Cu シートなど) など, パーツごとの選別を行う方法を提案している。微粉の中間産物は, 浮選やハイブリッドジグにより処理し, 粗粒の中間産物はジグ処理を行うことで,Au 含有部位と Al,Cu 含有部位の分離効率を最大にする処理フローを提案している。濃縮した Au 含有産物のチオ硫酸アンモニウム処理では, 未処理の場合の 11 倍の Au 浸出率が得られた。

第 6 章は, チオ硫酸アンモニウム浸出液から Au イオンを回収する方法を検討している。第 4 章で得られた知見を参考にして, 還元剤である Al と導電体である活性炭を組み合わせて Au を還元析出させて浸出液から回収する方法を考案し,Al と活性炭を組み合わせることで, 飛躍的に回収率を増大できることを見出し, 反応メカニズムを実験結果に基づいて議論している。

第 7 章は, 本論文の結論を記した。

以上, これを要するに, 著者は, 物理選別法と湿式製錬法を組み合わせて, 廃携帯電話中の電子基板から Au を浸出・回収する新しいフローを提案し, Au と共存する Cu や Al をあらかじめ物理選別で除去することで Au の浸出が促進されることを見出すとともに, 浸出液から Au を効率的に回収する新しい方法を提案している。この成果は廃電子機器中に含まれる電子基板からの Au のリサイクルシステムの構築に資するものであり, 資源リサイクリング工学の発展に寄与するところ大なるものがある。よって, 北海道大学博士 (工学) の学位を寄与される資格があるものと認める。