T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	テーラー渦誘起型液々向流遠心抽出システムの高度化研究
Title(English)	
著者(和文)	中瀬正彦
Author(English)	Masahiko Nakase
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9473号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹下　健二,池田　泰久,小澤　正基,加藤　之貴,鈴木　正昭
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9473号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	原子核工学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	中瀬正彦	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	竹下健二
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	齊藤正樹

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

本論文は「テーラー渦誘起型液々向流遠心抽出システムの高度化研究」と題し,8 章により構成されている.

第 1 章「緒論」では,核燃料サイクルにおける使用済み核燃料再処理の意義・役割について述べるとともに,将来の高速炉燃料サイクルにおいて期待される先進湿式再処理プロセスの構成とその開発動向について概観した．その中で先進湿式再処理プロセスへの併設が期待されている,発熱性核種（Cs,Sr）,マイナーアクチノイド（MA）,白金族元素群などの核種分離プロセスに適用可能な小型かつ高効率な遠心抽出装置の開発の必要性について述べ,本研究で提案するテーラー渦誘起型液々向流遠心抽出装置について油水分散流動,多段抽出・多段分離,逆抽出挙動,最適装置形状等を明らかにして抽出装置の高度化を図るという本研究の目的を述べた.

第 2 章「抽出器・実験装置概要と評価手法」では,抽出装置の構成と操作方法ならびに多成分分離挙動と多段抽出挙動の解明に用いた定界面セル抽出装置の概要について述べるとともに,抽出機構及び抽出性能を評価するためのスロープアナリシス法及び平衡段解析法について述べた.

第 3 章「油水分散挙動観察と流動場解析による抽出器内流動特性の解明」では,抽出器と同じ体系を想定したヘキサメッシュを作成して円環状流路における水相の単相流動解析を実施し,テーラー渦形成を確認し,超音波計測で解析の妥当性を確認した．次いで Volume of Fluid 法に基づく油水二相流解析を実施し,流路内の油水の流れを解析・可視化するとともに,流れ場に及ぼす回転数,有機相の粘性,界面張力,内筒と有機相の親和性の影響を調べている．テーラー渦構造に従った複雑な油水分散挙動が解析でき,界面張力と内筒の有機相との親和性が油水分散に大きく影響を与えることを明らかにした.

第 4 章「テーラー渦誘起型遠心抽出器による多段抽出挙動特性」では,抽出速度が速いジ-2-エチルヘキシルリン酸(D2EHPA)/ドデカン溶液系による Zn 抽出と抽出速度が遅いカリックス[4]アーレンビスターシャルオクチルベンゾクラウン(BOBCalixC6)/Cs-7SB/TOA 溶液系による Cs 抽出に対する運転条件,溶液条件および内筒の親和性が多段抽出に及ぼす影響について検討している．D2EHPA/ドデカン溶液系では,1000rpm 以上の内筒回転数で容易に多段化され,さらに少量の高分子保護剤 PEG の添加によって油水エマルジョン状態が低回転でも崩壊しないように工夫することによって 20 段以上の多段抽出を達成できた．一方で BOBCalixC6/Cs-7SB/TOA 溶液系では常温で多段抽出が困難であり,昇温による粘度の低下や有機相と親和性のある内筒の使用によっても改善は限定的であると述べている．多段抽出の達成には抽出速度と油相分散性（界面積量）の両方を考慮した総括的な物質輸送の改善が必要であると結論付けた.

第 5 章「テーラー渦誘起型遠心抽出器による多段分離特性」では,本装置の多成分系分離挙動を解明している．希土類元素（Nd,Sm,Eu,Gd,Dy）の相互分離を対象とし,抽出速度の速い D2EHPA ないしは抽出速度の遅い *N,N,N',N'*-テトラオクチルジグリコールアミド(TODGA)をドデカン溶液系で検討している．D2EHPA/ドデカン溶液系では容易に多段分離が達成できるが,抽出速度の遅い TODGA/ドデカン溶液系ではノナン酸のような界面活性効果のある共同抽出剤の導入で抽出速度と油分散性が同時に改善され,多段分離が実現できると述べた.

第 6 章「テーラー渦誘起型遠心抽出器による連続逆抽出挙動の解明」では,本装置では連続逆抽出も可能で D2EHPA/ドデカン溶液系のような逆抽出に酸を用いる系では酸使用量を低減できることを明らかにしている.

第 7 章「抽出器体型工夫による抽出・分離の高度化」では,異なるアスペクト比,テーパーおよび偏心など油水流動場の形状を変化させて油水分散流動と抽出・分離性能の関係を検討している．流動場をテーパー状にすることで低回転数でも装置上部に油水エマルジョンが発生し,下部で安定したテーラー渦列の形成が観察され,少量の試薬を添加しなくても 20 段以上の高い抽出性能が維持できることを明らかにした.

第 8 章「結言」では,各章で得られた成果を総括している．本論文では先進湿式再処理工程に併設される核種分離工程に適した小型高効率抽出器としてテーラー渦誘起型液々向流遠心抽出器を提案し,油相の高分散と高抽出速度を同時に達成するために必要な装置の運転条件,溶液条件,装置形状等を明らかにし,本装置の高性能化の可能性を明らかにしている．以上をもってテーラー渦誘起型液々向流遠心抽出システムの高度化を果たした.

備考 ： 論文要旨は, 和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか, もしくは英文 800 語を 1 部提出してください.

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	原子核工学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	中瀬正彦	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	竹下健二
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	齊藤正樹

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

In high level liquid waste, there are reusable species such as lanthanides, platinum group elements with low radioactivity. To recover such species, a liquid-liquid countercurrent centrifugal extractor which can induce Taylor vortices have been developed. To elevate the extraction performance, oil-water dispersion behavior, extraction and separation behaviors with multiple theoretical stages, and mechanism of multi-staging were clarified. Flows were observed and numerical simulation on single and multiple oil-water dispersion flow were conducted and the results were verified by ultrasonic velocity profiler method. By applying volume of fluid model for multiphase flow simulation, complicated dispersion by Taylor vortices was successfully simulated and the importance of wetting property of inner rotor and interfacial tension were confirmed. By the continuous extraction experiments, effect of operation and solution conditions (Zn extraction by di(2-ethylhexyl) phosphoric acid (D2EHPA, fast extraction kinetics), Cs extraction by calix[4]arene-bis(*t*-octylbenzo-crown-6) (BOBCalixC6, slow extraction kinetics)) were surveyed. Multi-staging was easily accomplished in D2EHPA-Zn, but difficult in BOBCalixC6-Cs. Therefore, fast extraction kinetics and effective dispersion behavior are needed for multi-staging. In Eu/Sm and Nd/Sm/Eu/Gd/Dy separations by D2EHPA and *N*,*N*,*N*′,*N*′-tetraoctyl diglycolamide (TODGA, slow extraction kinetics) were tested. In case of continuous separation operation, the effect of the difference in extraction rates by constant-contact-area-cell was confirmed. Even the difficult cases for multi-staging, addition of small amount of chemical agents (surfactant, synergist) makes theoretical stages higher. The tapered fluid region makes effective mixing and settling can be achieved at the same time and resulted in 20-40 multiple theoretical stages.

備考 ： 論文要旨は, 和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか, もしくは英文 800 語を 1 部提出してください.
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).