

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 20 日現在

機関番号：17401
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23656571
 研究課題名（和文） 強い重力場を用いた新しい超臨界有機リサイクル装置の開発
 研究課題名（英文） Development of organic recycle apparatus using strong gravitational field
 研究代表者
 真下 茂 (MASHIMO TSUTOMU)
 熊本大学・衝撃・極限環境研究センター・教授
 研究者番号：90128314

研究成果の概要（和文）：

本研究は強い重力場を用いた効率の高い革新的な有機リサイクルプロセスの開発をめざすものとするものである。そのために、液体材料中に10万G以上の重力場を発生できる大容量の反応容器を持つ高温超遠心機の開発を目的とした。動力が高速電気モータ、ロータが内径100 mmで、最大50,000 rpmの超遠心機を設計・製作し、これまでに、43,000 rpmの高速回転を実現した。従って、これまでに新しい有機リサイクル装置の開発にメドを立てることができたと考えている。また、既設の高温超遠心機を用いて強い重力場下の化学反応、構造変化の研究も推進した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this research is to develop an organic recycle system with high efficiency. For this, a high-temperature ultracentrifuge by which strong gravitational field of >100,000 g can be generated, was produced. This apparatus consists of high rate electric motor (50,000 rpm in maximum rotation rate) and rotor (100 mm in inner diameter). We succeeded in the rotation rate of 43,000 rpm. We performed the preliminary experiment for reaction under a strong gravitational field by using another ultracentrifuge.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・リサイクル工学

キーワード：再生利用

1. 研究開始当初の背景

近年、バイオマスから石油代替燃料、高分子合成原料の製造、有機塩素化合物(PCB、ダイオキシンなど)など有害物質処理、洗浄、ナノ無機物質合成などITやナノテク加工技術への応用の研究が盛んに行われている。これらは環境保全、リサイクル、エネルギー循環など地球にやさしい産業社会構造へ貢献が期待されている。

一方、生化学分野では高重力場がブラウ

ン粒子の濃縮等に利用されているが、筆者らは強い重力場を用いた原子スケールの物質プロセスを世界に先駆けて提案し、10-100万Gレベルの重力場下では熱エネルギーに匹敵する各原子にかかる一次元のポテンシャルにより固体中でも原子の沈降が実現することを明らかにした。筆者らは、先ず原子の沈降の拡散方程式を提案[1, 2]、次に最大100万Gの超重力場を高温で発生できる超遠心機を開発し[3, 4]、それ

を用いて合金や化合物で構成原子、同位体の沈降を世界で初めて実現した[5-10]。最近では無機・有機化合物でも組成の変化や化学反応を実現している[11, 12]。

2. 研究の目的

遠心力による強い重力場を用いると新しい化学反応プロセスが生まれる可能性がある。本研究では強い重力場を用いて経済性の高い革新的な有機リサイクルプロセスの開発をめざすそうとするものである。

3. 研究の方法

本装置では、液体材料で高速回転による遠心力により高温で強い重力場を実現するように設計されている。本装置では、将来の汎用をめざし、動力に高速電気モータを用い、軸受にはオイルミスト方式の高速型を用い、最大 50,000 rpm の高速回転を可能にする。ロータは径 100 mm の比較的大型で、高周波加熱で試料を加熱することができる。

4. 研究成果

(1) 装置の開発

本装置では、動力に高速電気モータを用い、ロータは新しい構造のものを設計・製作した。これまでに、43,000 rpm の高速回転で10万G以上の重力場を実現しており、遠心力を用いた有機リサイクル装置の開発にメドを立てることができたと考えている。また、既設の高温超遠心機を用いて液体材料中で強い重力場下の化学反応、構造変化の研究も推進した。今後、本装置を用いて回転速度を50,000 rpm 以上まで上げながら、実際にエチルアルコールを用いた有機リサイクル実験を行う予定である。

参考文献

- [1] T. Mashimo, Phys. Rev. A38, 4149-4154 (1988).
- [2] T. Mashimo, Philos. Mag. A70, 739-760 (1994).
- [3] T. Mashimo, S. Okazaki, and S. Shibasaki, Rev. Sci. Instr. 67, 3170-3174 (1996).
- [4] T. Mashimo, X.S. Huang, T. Osakabe, M. Ono, M. Nishihara, H. Ihara, M. Sueyoshi, K. Shibasaki, S. Shibasaki and N. Mori, Rev. Sci. Instr. 74, 160-163 (2003).
- [5] T. Mashimo, S. Okazaki and S. Tashiro, Jpn. J. Appl. Phys. 36, L498-500 (1997).
- [6] T. Mashimo, T. Ikeda and I. Minato, J.

Appl. Phys. 90, 741-744 (2001).

- [7] T. Mashimo, M. Ono, X.S. Huang, Y. Iguchi, S. Okayasu K. Kobayashi, E. Nakamura, Appl. Phys. Lett., 91, 231917-1-3 (2007).
- [8] T. Mashimo, M. Ono, X.S. Huang, Y. Iguchi, S. Okayasu K. Kobayashi, E. Nakamura, Euro. Phys. Lett., 81, 56002-1-4 (2008).
- [9] T. Mashimo, M. Ono, T. Kinoshita, X.S. Huang, T. Osakabe and H. Yasuoka, Philos. Mag. Lett. 83, 687-690 (2003).
- [10] X.S. Huang, M. Ono, H. Ueno, Y. Iguchi, T. Tomita, S. Okayasu, T. Mashimo, J. Appl. Phys., 101, 113502-1-5 (2007).
- [11] R. Bagum, A. Yoshiasa, S. Okayasu, Y. Iguchi, M. Ono, M. Okube, T. Mashimo, J. Appl. Phys. 108, 053517 (2010).
- [12] H. Ihara, Y. Abe, A. Miyamoto, M. Nishihara, M. Takafuji, T. Mashimo, M. Ono, S. Okayasu, Chemistry Letters, 37, 200-201 (2008).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

T. Mashimo, "Atomic-scale materials processing under strong gravitational field", Defect and Diffusion Forum Vols. 323-325 pp 517-522 (2012). 査読有り

[学会発表] (計1件)

強い重力場を用いた反ポーリング則構造を持つ TiO₂ の合成、真下 茂, Rabaya Bagum、緒方裕大、奥部真樹、杉山和正、磯部博志、吉朝 朗、日本マイクログラビティ応用学会第26学術講演会 (JSMAC-26)、福岡九州大学西新プラザ、(平成24年11月20-22日)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

真下 茂 (MASHIMO TSUTOMU)

熊本大学・衝撃・極限環境研究センター・
教授

研究者番号：90128314

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

後藤 元信 (GOTO MOTONOBU)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：80170471